

Tuija Sorjonen

Täytettyjen leipätuotteiden pakkaaminen suoja- kaasuun

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Bio- ja elintarviketekniikka

Insinöörityö

9.10.2014

Tekijä Otsikko	Tuija Sorjonen Täytettyjen leipätuotteiden pakkaaminen suojakaasuun
Sivumäärä Aika	52 sivua 9.10.2014
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	bio- ja elintarviketekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	elintarviketekniikka
Ohjaaja	lehtori Mikko Halsas
<p>Insinööritöiden tavoitteena oli selvittää, voidaanko toimeksiantajan leipätuotteiden pakkauksesta jättää suojakaasu pois. Suojakaasu on lisäkustannus tuotannossa, josta haluttaisiin luopua. Suojakaasu on myös lisäaine, joita kuluttajat pyrkivät välttämään. Työn tarkoituksena oli selvittää leipien mikrobimäärät myyntiajan lopussa ja myyntiajan ylittyessä.</p> <p>Työssä vertailtiin kaasuun pakattujen ja ilman kaasua pakattujen kuuden eri täytetyn leipätuotteen mikrobipitoisuuksia neljän ruokamyrkytysbakteerin, <i>Escherichia colin</i>, <i>Bacillus cereuksen</i>, <i>Staphylococcus aureuksen</i> ja <i>Listeria monocytogenesin</i>, sekä kokonaisikrobimäärän mukaan. Lisäksi leipätuotteille tehtiin osittainen aistinvarainen arviointi eli arvioitiin tuotteiden ulkonäköä ja tuoksua.</p> <p>Työssä pohdittiin saatujen mikrobisten ja aistinvaraisten tulosten perusteella suojakaasun tarpeellisuutta pakkaamisessa. Saatujen tulosten perusteella suojakaasun käytöllä on perusteluja tutkituissa tuotteissa. Suojakaasulla on myönteinen vaikutus säilyvyyden parantamiseksi. Suojakaasu hillitsee suurimmassa osassa tutkittuja tuotteita tutkittujen mikrobien esiintymistä ja lisääntymistä.</p>	
Avainsanat	täytetty leipätuote, mikrobiologinen analysointi

Author Title	Tuija Sorjonen Packing of stuffed bread products in protective atmosphere
Number of Pages Date	52 pages 9th of October 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Biotechnology and Food Engineering
Specialisation option	Food Engineering
Instructor	Mikko Halsas, Senior lecturer
<p>The purpose of this thesis was to find out may the shielding gas omitted from the client's packed stuffed bread products. Shielding gas is an additional production cost, which the supplier wishes to eliminate. Shielding gas is also a supplement which consumers tend to avoid. The aim of the project was to determine the quantity of microorganism in breads at the end of the sales period and beyond.</p> <p>In this project, the microbial content of six different filled bread products with shielding gas was compared to that of similar products without shielding gas. The focus was on four food poisoning bacteria: <i>Escherichia coli</i>, <i>Bacillus cereus</i>, <i>Staphylococcus aureus</i> and <i>Listeria monocytogenes</i>. The total number of microorganisms was also also calculated for each bread product. In addition, the bread products subjected to partial sensory evaluation, i.e. the products were evaluated with respect to appearance and odor.</p> <p>In this project, the necessity of shielding gas for packaging was also contemplated on the basis of the microbial and sensory results. It was concluded from the results that the use of shielding gas is justifiable in the examined products. Shielding gas has a positive impact on the preservability of food shelf life of food. It moderates the occurrence and proliferation of the examined microbes in most of the bread products studied in this thesis.</p>	
Keywords	stuffed bread, microbiological analysis

Sisällys

Määritelmät ja käsitteet

1	Johdanto	1
2	Ruokamyrkytys	2
2.1	Yleistä ruokamyrkytyksistä	2
2.2	Tutkimuskohteena olevat ruokamyrkytysbakteerit	3
2.2.1	Koliiformit ja <i>Escherichia coli</i>	3
2.2.2	<i>Bacillus cereus</i>	4
2.2.3	<i>Staphylococcus aureus</i>	4
2.2.4	<i>Listeria monocytogenes</i>	5
2.3	Ruokamyrkytysepidemia	8
2.4	Ruokamyrkytysepidemioiden seuranta	9
2.5	Ruokamyrkytysepidemioiden esiintyminen	10
2.6	Ruokamyrkytysepidemioiden kustannukset	16
3	Suojakaasupakkaaminen	16
4	Tutkimuksen kuvaus	17
5	Näytteet ja niiden valmistus	18
5.1	Näytteet	18
5.2	Näytteiden valmistelu	19
6	Mikrobiologiset menetelmät	20
6.1	Mikrobiologiset analyysit	20
6.2	Raja-arvot	20
7	Mikrobiologiset tulokset	21
7.1	Kylmäsavulohi- ja kalkkunajuustoleivät	22
7.2	Metvursti- ja lihapullaleivät	26
7.3	Kinkkujuusto- ja kanacaesarleivät	31
8	Osittainen aistinvarainen arviointi	36
8.1	Kylmäsavulohileivät	36
8.2	Kalkkunajuustoleivät	38
8.3	Metvurstileivät	39

8.4	Lihapullaleivät	41
8.5	Kinkkujuustoleivät	42
8.6	Kanacaesarleivät	43
9	Yhteenveto	45
10	Pohdintaa	51
	Lähteet	53

Määritelmät ja käsitteet

Tämän määrittelyosan tarkoituksena on kertoa lukijalle, mitä käytetyillä termeillä ja käsitteillä tarkoitetaan tässä insinööriyössä.

Intoksikaatio tarkoittaa myrkyn aiheuttamaa elimistön häiriötilaa, myrkytystilaa.

Infektio eli tartunta tarkoittaa vieraaseen lajiin kuuluvan taudinaiheuttajan tunkeutumista isäntälajin elimistöön sen ulkopuolelta. Infektio häiritsee elimistön normaalia toimintaa ja saattaa johtaa erilaisiin seurauksiin, kuten kuolioon, kroonisiin haavoihin ja jopa kuolemaan. Taudinaiheuttaja on yleensä mikrobi, esimerkiksi bakteeri, virus, parasiitti, sieni, prioni tai viroidi.

Infektiivinen annos eli sairastumiseen tarvittava annos.

Koliformi on *Escheria colia* muistuttava enterobakteeri, jota käytetään yleisesti bakteeri-ilmaisimena elintarvikkeita ja talousvettä tutkittaessa.

Shigatoksiini nimitystä käytetään yleisesti kaikista niistä toksiineista, jotka ovat rakenteeltaan ja toiminnaltaan samankaltaisia kuin *Shigella*-suuvn bakteerien tuottama shiga-toksiini. Shiga-toksiinit sitoutuvat ensin solun pinnan reseptoreihin, kulkeutuvat solun sisälle ja tuhoavat solun proteiinisynteesiä.

Muokattu ilmakehä (Modified Athosphere) tarkoittaa normaalin ilmakehän muokkaamista eli ilmakehän normaalien kaasujen suhteellisten osuuksien muuttamista. Muokatusta ilmakehästä käytetään yleisesti nimitystä suojakaasu.

MAP (=Modified Athosphere Packing) tarkoittaa suojakaasupakkaamista, jossa käytetään hyväksi muokattua ilmankehää, eli suojakaasua, pakattavien elintarvikkeen säilyvyyden parantamiseksi. MAP -tekniikan tarkoituksena on varmistaa pakattujen tuotteiden tuoreuden ja houkuttelevuuden säilyminen niin pitkään kuin mahdollista.

Inertti kaasu ei reagoi kemiallisesti muiden aineiden kanssa eli se on reaktiokyvytön toisin sanoen kykenemätön muodostamaan kemiallisia yhdisteitä. Inerttiä kaasua käytetään esimerkiksi elintarvikkeiden pakkaamisessa suojaamaan elintarvikkeen sisältä mää rasvaa hapettumiselta.

ISO eli *International Organization for Standardization* on kansainvälinen standardisoimisjärjestö ja se tuottaa kansainvälisiä standardeja. ISO ei ole minkään hallituksen alainen mutta standardiensa välityksellä sillä on iso vaikutusvalta. ISON jäseniä ovat kansalliset standardisoimisjärjestöt, yksi kustakin maasta. Suomea järjestössä edustaa Suomen standardisoimisliitto SFS. ISON standardit ovat suosituksia.

NMKL eli *Pohjoismainen elintarvikkeiden metodiikkakomitea (Nordic Committee on food analysis)* laatii elintarvikkeiden analyysimenetelmiä ja -ohjeita sekä järjestää aiheesta kursseja.

Inkubointi tarkoittaa lämpökaapissa pitämistä. Bakteerien kasvatuksessa kasvatusalustalle siirrostettu näyte laitetaan lämpökaappiin bakteerille otolliseen lämpötilaan kasvamaan ennalta määritellyksi ajaksi eli inkuboidaan.

Pesäkkeen muodostava yksikkö (pmy), englanniksi *Colony Forming Unit (CFU)*, on yhdestä solusta, soluryhmästä tai itiöstä jakautumalla muodostunut solujen erillinen ryhmittymä kiinteällä alustalla. Käsitettä käytetään mikrobipitoisuutta ilmaistaessa.

pmy/g tarkoittaa pesäkkeitä muodostavien yksiköiden lukumäärä grammaa kohden.

Startteri-viljelmä tarkoittaa elintarvikeprosessoinnissa bakteerien hyväksikäyttöä elintarvikkeen säilyvyyden parantamiseksi. Muun muassa mallastus, raskitus ja bakteerifermentaatiot ovat startteri-viljelmiä.

1+6, 1+7, 1+8 ja 1+9 tarkoittavat tutkittavan tuotteen ikää. Merkinnoissä 1 tarkoittaa valmistuspäivää ja + -merkin jälkeinen luku tarkoittaa, montako päivää tuotteella on ikää valmistuspäivän jälkeen, toisin sanoen kuinka ”vanha” tutkittava tuote on.

1 Johdanto

Täytetyt voileivät ovat sellaisenaan syötäviä elintarvikkeita. Täyttämisen jälkeen niitä ei kuumenneta, joten käsittelyhygieniä vaikuttaa suuresti täytetyn leivän hygieeniseen laatuun. Täytettyjä leipiä myydään hyvin paljon pakattuina. Jotta leipien säilyvyyttä saadaan parannettua ja myyntiaikaa pidennettyä ilman lisä- ja säilöntäaineita, ne voidaan pakata suojakaasuun.

Suojakaasu säilyttää elintarvikkeet pidempään käyttökelpoisina. Suojakaasu suojaa elintarvikkeita ilmakehän kaasujen vaikutukselta. Suojakaasun tehtävänä on ehkäistä mikrobien kasvua sekä hidastaa tai estää entsyymaattisia reaktiota, jotka voivat muuttaa elintarvikkeen aistittavia ominaisuuksia.

Suojakaasuina käytetään esimerkiksi hiilidioksidia ja typpeä tai näiden seoksia. Typpi estää rasvoja hapettumasta. Hiilidioksidi ehkäisee voimakkaasti mikrobien kasvua. Happea käytetään tuorelihatuotteissa säilyttämään lihan punaisen värin ja kasvien ja toisaalta hedelmien kanssa, jolloin se mahdollistaa näiden soluhengityksen. [1].

Tässä insinööriyössä keskitytään tutkimaan ja vertailemaan yhteistyöyrityksen täytettyjen leipätuotteiden mikrobimääriä, täytteiden ulkonäköä sekä tuoksua suojakaasuun ja ilman suojakaasua pakattuna. Tutkittavina mikrobeina olivat ruokamyrkytystä aiheuttavat mikrobit *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* ja *Listeria monocytogenes* sekä kokonaismikrobien lukumäärä. Tulosten perusteella oli tarkoituksena pohtia, voidaanko tutkituista tuotteista jättää jatkossa suojakaasu pois.

Työn sisältämät tulokset on koottu Metropolian Ammattikorkeakoulun laboratoriossa tehtyjen mikrobiologisten bakteeriviljelytulosten pohjalta. Näytteiden teon yhteydessä on arvioitu myös tuotteiden kuntoa osittaisella aistinvaraisella arvioinnilla ulkonäön ja tuoksun perusteella.

2 Ruokamyrkytys

2.1 Yleistä ruokamyrkytyksistä

Ruokamyrkytyksellä tarkoitetaan talousveden tai elintarvikkeiden nauttimisen välityksellä aiheutuvaa sairastumista: tarttuvaa tautia tai äkillistä myrkytystä. Merkittävin osa ruokamyrkytyksistä aiheutuu pieneliöistä eli mikrobeista, erityisesti bakteereista ja niiden tuottamista toksineista. Näitä bakteereita kutsutaan ruokamyrkytyspatogeeneiksi, jotka voidaan jaotella taudinaiheuttamistavan mukaan intoksikaatioihin ja infektioihin. [2, s. 28 - 29; 3, s. 12.]

Intoksikaatiossa, varsinaisessa ruokamyrkytyksessä, bakteeri on lisääntynyt jo elintarvikkeessa ja muodostanut kasvaessaan toksineja. Kun toksiinien saastuttamaa elintarviketta syö, on riskinä sairastua yleensä melko nopeasti ruokamyrkytykseen. Osa bakteeritoksiineista voidaan tuhota kuumentamalla, mutta osa niistä kestää muuttumattomina jopa sterilointilämpötiloja. Elintarvike voi aiheuttaa toksineista johtuvan myrkytyksen, vaikka bakteerit olisikin saatu tuhottua siitä kuumennuksen avulla. Tyypillisiä intoksikaatioita aiheuttavia ruokamyrkytysbakteereita ovat muun muassa *Staphylococcus aureus* ja *Bacillus cereus*.

Infektiossa eli tartunnassa elintarvikkeessa oleva tautia aiheuttava bakteeri kulkeutuu ihmisen elimistöön ja lisääntyy siellä, etupäässä suolistossa, ja muodostaa toksineja, jotka aiheuttavat infektion, joka voi levitä myös muualle elimistöön. Infektioita aiheuttavia bakteereja ovat muun muassa *Escherichia coli* ja *Listeria monocytogenes*. Myös *Bacillus cereus* voi aiheuttaa elintarvikevälitteisen infektion toksiinin aiheuttaman myrkytyksen lisäksi. [2, s. 28 - 29; 3, s.12.]

Bakteerien lisäksi myös virukset, loiset ja alkueläimet, luonnon toksiinit, myrkylliset kasvit, eläimet tai sienet, kemialliset aineet tai jokin muu tautia aiheuttava partikkeli voi aiheuttaa ruokamyrkytyksen. [3, s. 12; 4, s. 30].

Ruokamyrkytyksen yleisiä oireita ovat pahoinvointi, oksentelu, vatsakipu, ripuli ja kuumelu. Intoksikaatio aiheuttaa äkillisen sairastumisen. Mikäli oireiden ilmenemiseen menee pidempään, esimerkiksi päiviä, on kyse todennäköisesti infektiosta. [5.]

2.2 Tutkimuskohteena olevat ruokamyrkytysbakteerit

Työn tarkoituksena oli selvittää *Escheria colin*, *Bacillus cereuksen*, *Staphylococcus aureuksen* ja *Listeria monocytogenesin* esiintyminen tutkittavissa leipätuotteissa. Seuraavassa on esitelty näitä neljää patogeeniä.

2.2.1 Koliformit ja *Escherichia coli*

Koliformeilla tarkoitetaan sauvamaisia gram-negatiivisia, aerobeja tai fakultatiivisesti anaerobeja itiöttömiä bakteereja. Bakteerit kuuluvat *Enterobacteriaceae*-heimoon, johon kuuluvat muun muassa suvut *Eschericia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* ja *Citrobacter*. Koliformeja esiintyy suurina pitoisuuksina ihmisten ja eläinten suolistossa. Näistä seurataan erityisesti *E. colia*, jota esiintyy yksinomaan suolistossa, kun muita koliformeja voi esiintyä myös maassa ja jätevesissä. Osa *E. coli* -bakteereista on normaaleja ja hyödyllisiä suoliston normaalille toiminnalle estäen tautia aiheuttavia mikrobeja tarttumasta isännän suolistoon ja lisääntymistä siellä. Osa *E. coli* -bakteereista on muuntunut ominaisuuksiltaan, siten että ne voivat aiheuttaa sairastumisen ripulina ilmenevään suolistotulehdukseen. Ripulin aiheuttavat *E. coli* -bakteerit jaetaan kuuteen ryhmään: 1) entorotoksigeeniset, ETEC, 2) enteropatogeeniset, EPEC, 3) Enteroinvasiiviset, EIEC, 4) enteroaggregatiiviset, EaggEC, 5) diffuusisti adheroituvat, DAEC ja 6) enterohemorragiset, EHEC. Teollisuusmaiden ruokamyrkytystapausten yleisin taudinaiheuttaja on EHEC-bakteerit. EHEC-bakteerien aiheuttama suolistotulehdus, ripuli, on vakava ruokamyrkytysoire, jonka aiheuttamiseen tarvitaan vain pieni määrä taudinaiheuttajabakteereita. Bakteerin ei tarvitse lisääntyä ruuassa aiheuttaakseen sairastumisen ihmiselle eli se on infektiota aiheuttava bakteeri. Bakteerin esiintyminen elintarvikkeissa on aina osoitus ulosteperäisestä saastumisesta. EHEC-bakteeri tuhoutuu 70 °C kuumennuksessa, mutta kestää hyvin pakastamista. Se säilyy useita viikkoja saastuneessa elintarvikkeessa ja pitkiä aikoja kylmässä vedessä. Bakteeri kestää myös hyvin happamissa olosuhteissa. Taulukossa 1 on koottuna bakteerin vaatimat kasvuolosuhteet. Infektiivinen annos on 10 - 100 bakteeria. [2, s. 198; 3, s. 48; 4, s. 38.]

EHEC on yleisvaarallinen tartuntatauti ja löydökset on ilmoitettava valtakunnalliseen tartuntatautirekisteriin. Suomessa EHEC -tartuntoja todettiin 90-luvun alkupuolella vain muutamia tapauksia vuosittain ja nekin olivat pääsääntöisesti peräisin ulkomailta. Vuodesta 1996 lähtien on veriripuliulosteista tutkittu EHEC -bakteeria tehostetusti. Vuonna 1997 kotimaisten tartuntojen määrä alkoi lisääntyä voimakkaasti. Tuolloin todettiin vuo-

den aikana 62 tapausta. Vuonna 1998 tapauksia todettiin vielä 44 ja seuraavana vuonna 36. Tämän jälkeen tartuntojen määrä on pysynyt alle kymmenessä tapauksessa vuodessa. Vuosittain keskimäärin 10 % tartunnoista on peräisin ulkomailta. Riskiryhminä ovat vanhukset ja alle 5-vuotiaat lapset, jotka ovat muita ihmisiä heikompia komplikaatioille. [3, s.48.]

2.2.2 *Bacillus cereus*

B. cereus on gram-positiivinen itiöllinen sauvamainen bakteeri, joka tuottaa emeettistä toksiniä, kereuliidiä (aiheuttaa oksennusta) ja enterotoksiinia (aiheuttaa ripulia). *B. cereus* esiintyy yleisesti ympäristössä, ihmisten ja eläinten suolistossa sekä pieninä pitoisuuksina elintarvikkeissa, kuten viljassa, riisissä, lihassa, kasviksissa ja maidossa. *B.cereus* voi lisääntyä hapellisissa ja hapettomissa olosuhteissa. Bakteerin itiöt kestävät hyvin epäedullisia olosuhteita, kuten korkeaa lämpötilaa, kuivuutta ja ravinnon puutetta. Taulukossa 1 on koottuna bakteerin vaatimat kasvuolosuhteet. Elintarvikkeisiin joutuneet itiöt kestävät kuumennuksen ja kuumennuksen aikana aktivoituneet itiöt pysyvät lisääntymään ruoassa jäähdtyksen aikana. *B.cereus* voi aiheuttaa sekä intoksi-kaation että infektion. Infektiivinen annos on yli 10^4 bakteeria/gramma. [2, s. 189 -190; 3, s. 20; 4, s. 36; 6, s. 199.]

Ensimmäinen *B. cereus* -bakteerin aiheuttama ripulityypin epidemia todettiin vuonna 1948. Välittäjäelintarvikkeena oli vaniljakastike. Parikymmentä vuotta myöhemmin todettiin emeettisen toksinin aiheuttamia epidemioita kiinalaisissa ravintoloissa, yleisimmin välittäjäelintarvikkeina olivat liha- ja riisiruokat, maitotuotteet ja vihannekset. Suomessa on raportoitu vuosina 1995 - 2008 vuosittain 0-7 epidemiaa. Koska *B. cereus* -bakteerien aiheuttamat ruokamyrkytykset eivät kuulu yleisvaarallisiin eikä ilmoitettaviin tartuntatauteihin, voidaan olettaa että *B. cereus* -bakteerien aiheuttamia epidemioita on todellisuudessa raportoitu enemmän. *B. cereuksen* aiheuttamille ruokamyrkytyksille ei ole määritelty riskiryhmiä. [3, s. 22 – 23.]

2.2.3 *Staphylococcus aureus*

Stafylokokkeihin kuuluva *S. aureus* tuottaa ruokamyrkytystä aiheuttavia enterotoksiineja. *S. aureus* esiintyy yleisesti ihmisten ja eläinten iholla sekä nenän ja suun limakalvoilla sekä ulosteissa. Lisäksi sitä esiintyy pieninä pitoisuuksina raa'assa sian- ja naudanlihassa sekä niistä valmistetuissa tuotteissa. *S. aureus* on valmiissa tuotteessa

usein pieniä määriä, mutta *S. aureuksen* toksiinin määrä on kaukana siitä määrästä, joka tarvitaan sairastumiseen. *S. aureuksen* aiheuttaman ruokamyrkytyksen tyypillisimmät oireet ovat oksentelu ja vatsakivut. Myös ripulia, päänsärkyä ja lihaskramppeja voi esiintyä. Valmiissa tuotteessa *S. aureus* kertoo lähinnä tuotteen jälkikontaminaatiosta, joka on peräisin työntekijöistä. *S. aureus* lisääntyy sekä hapellisissa että hapetomissa olosuhteissa ja poikkeuksellisen kuivassa ympäristössä. Se pystyy lisääntymään ja tuottamaan toksiinia laajalla pH- ja lämpötila-alueella, minkä lisäksi se sietää korkeita suolapitoisuuksia (jopa yli 15 %). Taulukossa 1 on koottuna bakteerin vaatimat kasvuolosuhteet. *S. aureus* on huono kilpailija muita bakteereita kohtaan, joten se lisääntyy lähinnä silloin kun ruoan muut bakteerit on tuhottu kuumentamalla ruoan valmistamisen yhteydessä. *S. aureus* intoksikaatiota aiheuttava bakteeri. Infektiivinen annos on alle 1 µg toksiinia eli bakteerin määrä ruoassa on yleensä yli 10⁵ bakteeria/gramma. [2, s. 209 - 210; 3, s.83; 4 s. 35; 6, s. 198.]

Ominaisuuksiensa takia *S. aureus* on perinteisesti ollut yleisin ruokamyrkytyssepidemioiden aiheuttaja Suomessa. Hygienian parantuessa sen aiheuttamat ruokamyrkytykset ovat kuitenkin vähentyneet. Vuosina 1975 - 1999 *S. aureus* aiheutti 19 % raportoiduista ruokamyrkytyssepidemioista. Vuosina 2000 - 2008 se aiheutti ainoastaan 3 % epidemioista eli noin 1 - 4 epidemiaa vuosittain. *S. aureuksen* aiheuttamille ruokamyrkytyksille ei ole määritelty riskiryhmiä. [3, s. 83 – 85.]

2.2.4 *Listeria monocytogenes*

L. monocytogenes on gram-positiivinen sauvamainen bakteeri, joka aiheuttaa listerioosin, taudin, joka voi aiheuttaa vastustuskyvyltään heikentyneille ihmisille verenmyrkytyksen tai aivokalvontulehduksen sekä raskaana oleville keskenmenon. Terveille ihmisille suuri pitoisuus voi aiheuttaa normaaleja ruokamyrkytyksen kaltaisia oireita. *L. monocytogenes* esiintyy yleisesti maaperässä ja luonnonvesissä ja sen lisäksi myös eläinten ja ihmisten suolistossa, sitä voi löytyä myös kalasta, maidosta ja raa'asta lihas- ta. Bakteeri voi joutua vihanneksiin ja kasviksiin virtsa- ja ulostepitoisista lannoitteista. *L. monocytogenes* voidaan tuhota kuumentamalla, joten riskituotteita ovat kuumentamattomat elintarvikkeet. Jos kuumennetuissa elintarvikkeissa esiintyy *L. monocytogenes*, voidaan olettaa tapahtuneen jälkikontaminoituminen elintarvikkeen käsittelyssä. *L. monocytogenes* on poikkeuksellisen kestävä vaativissakin kasvuolosuhteissa. Se kestää hyvin vahvaa suolausta (jopa 25 %), säilyy pakastetuissa ja kuivatuissa elintarvikkeissa pitkiä aikoja ja pystyy lisääntymään sopivissa elintarvikkeissa jääkaapin läm-

pötiloissa, vaikkakin hitaasti. Se voi kasvaa sekä hapellisessa että hapettomassa tilassa, joten se on ongelmallinen tyhjiöpakatuissa tuotteissa, joilla on suhteellisen pitkä myyntiaika. Taulukossa 1 on koottuna bakteerin vaatimat kasvuolosuhteet. *L. monocytogenes* voi aiheuttaa infektion. Infektiivinen annos on yli 100 bakteeria/gramma. [2, s. 200; 3, s. 56; 4, s. 37.]

L. monocytogenesin aiheuttama listerioosi on määritelty ilmoitettavaksi tartuntataudiksi, josta on tehtävä ilmoitus valtakunnalliseen tartuntatautirekisteriin. Suomessa listerian aiheuttamia tapauksia esiintyy vuosittain 20 - 45 tapausta. Riskiryhmänä ovat henkilöt, joiden immuunitaso on alentunut, raskaana olevat, vastasyntyneet ja vanhukset. [3, s. 56.]

Taulukossa 1 on koottuna näiden neljän tutkitun bakteerin kasvuvaatimukset. Taulukossa mainituissa olosuhteissa kyseiset bakteerit pystyvät lisääntymään ja muodostamaan toksineja.

Taulukko 1. Työssä keskittytyihin bakteerien kasvuvaatimukset [3, s. 13].

Bakteeri	Lämpötila		pH	aw, minimi	NaCl %, estää kasvun	Erityispiirteitä
	Kasvualue °C	Optimi °C	Kasvualue			
<i>Bacillus cereus</i>	4-50	30-37	4,9-9,3	0,95	10,00 %	itiöllinen, tuottaa enterotoksiineja
<i>Escheria coli enterohemorraginen</i>	7-50	30-40	4,4-9,0	0,95	8,50 %	tuottaa Shigatoksiinin kaltaisia toksineja
<i>Listeria monocytogenes</i>	-0,4-44	35-37	4,1-9,6	<0,92	>10,0 %	lisääntyy jääkaappilämpötiloissa
<i>Staphylococcus aureus</i>	7-48	37-40	4,0-9,8	0,86	>15,0 %	tuottaa enterotoksiineja

Kaikilla näillä neljällä bakteerilla on laaja pH- ja lämpötila-alue, jossa ne voivat lisääntyä ja tuottaa toksineja. Lisäksi *B. cereuksen* itiöt kestävät, jopa sterilointilämpötiloja ja *L. monocytogenes* säilyy elinkelpoisena alhaisissa lämpötiloissa, jopa pakastimessa. *B. cereus*, *S. aureus* ja *L. monocytogenes* säilyvät myös kuivassa sekä voivat lisääntyä niin hapettomissa kuin hapellisissa olosuhteissa. *S. aureus* ja *L. monocytogenes* kestävät lisäksi vahvaa suolausta. Ominaisuuksiensa perusteella nämä neljä bakteeria pystyvät pilaamaan elintarvikkeita ja aiheuttamaan ruokamyrkytyksiä.

Taulukossa 2 on koottuna näiden neljän bakteerin itämisaika, oireet, oireiden kesto ja tartuntatapa.

Taulukko 2. Tutkittujen bakteereiden itämisaika, oireet, oireiden kesto ja tartuntatapa. [5].

Bakteeri	Itämisaika (aika tartunnasta oireisiin)	Oireet (yksi tai useampi luetelluista oireista)	Oireiden kesto	Tartuntatapa
EHEC eli enterohemorraaginen <i>Escherichia coli</i>	3–4 vrk	verinen ripuli ja vatsakrampit; voi johtaa pysyvään munuaisvaurioon, jopa kuolemaan	4–10 vrk	pastöroimaton maito, ulosteen saastuttama (naudan)liha tai vesi
<i>Bacillus cereus</i>	Oksennustauti: 0,5–5 h Ripulitauti: 8–16 h	Oksennustauti (ruoassa jo olevat myrkyt): oksentelu, pahoinvointi Ripulitauti (bakteerien suolistossa muodostamat myrkyt): pahoinvointi, ripuli, vatsakipu	Oksennustauti: 6–24 h Ripulitauti: 12–24 h	voi esiintyä lähes missä tahansa elintarvikkeessa
<i>Staphylococcus aureus</i>	1–6 h	oksentelu, pahoinvointi, ripuli, vatsakrampit	1–3 vrk	huono käsihygienia tai pisaratartunta
<i>Listeria monocytogenes</i>	1 vrk	kuume, lihaskipu, pahoinvointi, päänsärky, vatsakipu, joskus ripuli; voi olla myös oireeton; seurauksena olla aivokalvontulehdus, mikäli se leviää keskushermostoon	7–10 vrk	saastuneet vihannekset, raaka liha, kylmäsavustettu kala, pastöroimaton maito

E. coli ja *L. monocytogenes* ovat näistä neljästä bakteerista vaarallisimmat, sillä molemmat voivat aiheuttaa heikoimmille sairastuneille jopa kuoleman. Molempien aiheut-

tamat oireet ovat pitkäkestoisia. *B. cereus* ja *S. aureus* eivät ole yhtä vaarallisia vaikkakin aiheuttavat epämukavaa oloa niin vatsavaivojen kuin ripulin muodossa. Molemmilla näillä on huomattavasti lyhyempi oireiden kesto aika kuin *E. coli* ja *L. monocytogenes*illä.

2.3 Ruokamyrkytysepidemia

Ruokamyrkytykset jaetaan ruokamyrkytyksiin ja ruokamyrkytysepidemioihin. Ruokamyrkytysepidemiolla tarkoitetaan tapausta, jossa vähintään kaksi henkilöä saanut oireiltaan samanlaatuisten sairauksien oireita samaa alkuperää olevaa ruokaa tai juomaa. Lisäksi nautittu ruoka tai juoma on voitu todeta epidemiologisesti taudin aiheuttajaksi. Yleensä ruokamyrkytysepidemia on pistemäinen joukkosairastuminen. Perheepidemiolla tarkoitetaan ruokamyrkytystä, johon sairastuneet asuvat samassa kotitaloudessa ja alueellisessa epidemiassa saastunut elintarvike aiheuttaa sairastumisia laajemmalla alueella tai eri paikkakunnilla. Kansainvälisessä epidemiassa saman elintarvikkeen tai juoman nauttiminen on aiheuttanut sairastumisia useammassa maassa. Sairastumisen lisäksi ruokamyrkytysepidemia aiheuttaa taloudellisia vahinkoja niin sairastuneille (ansiotulojen menetys, sairauskulut) kuin elintarviketeollisuudelle ja muille elintarvikealan toimijoille (tuotannon pieneneminen, puhdistukset ja korjaukset, korvaukset, tuotemerkin tai tuotteen maineen heikkeneminen tai menetys, tutkimuskulut) sekä yhteiskunnalle (sairaus- ja tutkimuskulut). [6, s. 438; 7.]

Yleisimmät ruokamyrkytysepidemiaan johtaneet syyt ovat:

- Helposti pilaantuvia elintarvikkeita pidetään liian pitkiä aikoja liian lämpimässä (esimerkiksi huoneenlämmössä).
- Elintarvike tai raaka-aine sisältää jo alun perin tautia aiheuttavia mikrobeja tai toksiineja, joita elintarvikkeen myöhemmät valmistusvaiheet eivät tuhoa.
- Ruokamyrkytyksen aiheuttava mikrobi tarttuu elintarvikkeeseen ruoan käsitteijästä.
- Tartunta siirtyy tarjoiluvalmiiseen elintarvikkeeseen leikkuualustan, astioiden tai välineiden välityksellä.
- Elintarviketta ei kypsennetä kauttaaltaan tarpeeksi kuumaksi (yli 70 °C).
- Esivalmistetun elintarvikkeen tai tähderuoan annetaan jäähtyä liian hitaasti, jolloin itiölliset bakteerit pääsevät lisääntymään.

- Elintarvikkeen valmistuksessa käytettä vesi sisältää taudinaiheuttajia. [4, s. 31; 6, s. 438.]

Ruokamyrkytystartunnat ovat aiheutuneet tyypillisesti eläinkunnantuotteista, sillä ne ovat suotuisia kasvualustoja bakteerien kannalta. Eläintuotteista aiheutuvien ruokamyrkytysten määrä on kuitenkin vuosien varrella vähentynyt ja samalla kasviksista aiheutuvat ruokamyrkytykset ovat lisääntyneet. Nykyisin kasvien aiheuttamat ruokamyrkytykset ovat lähes yhtä yleisiä kuin eläinkunnan tuotteista saadut myrkytykset. [4, s. 31.]

2.4 Ruokamyrkytys-epidemioiden seuranta

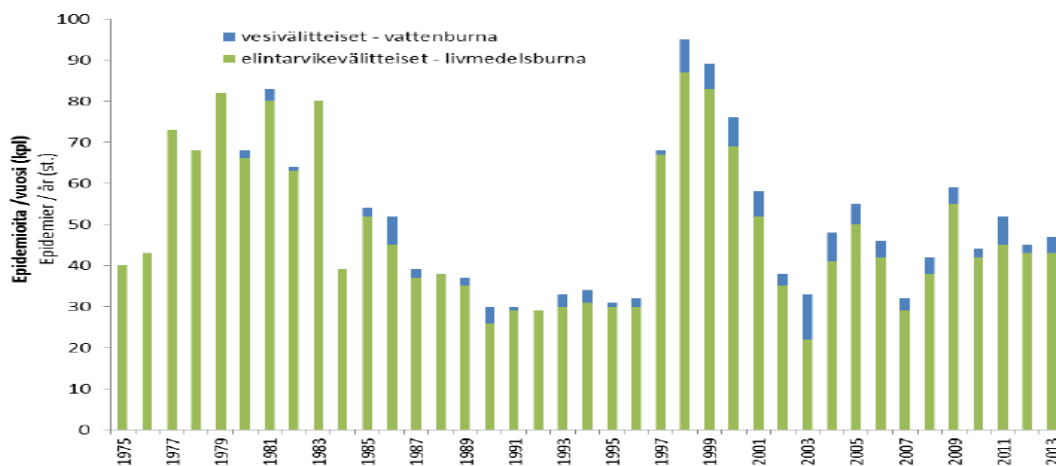
Elintarvikkeiden ja talousveden välityksellä leviävien epidemioiden selvittämiseksi, rajoittamiseksi ja ehkäisemiseksi seurataan itse epidemioita ja niitä aiheuttavien mikrobien kirjoa sekä epidemioissa että yksittäisissä tapauksissa. Tästä syystä ruokamyrkytystapausten selvittämisessä tartunnan lähteen löytäminen on äärimmäisen tärkeää. Epidemioiden seurannan tarkoituksena on auttaa viranomaisia suunnittelemaan ja toteuttamaan kansanterveyttä ja elintarviketurvallisuutta koskevia toimia ja arvioida niiden tehokkuutta. Seurannasta saatavia tietoja hyödynnetään muun muassa valvontatoiminnan suunnittelussa, uusien epidemioiden ehkäisyssä ja kuluttajalle suunnatussa tiedottamisessa. Elintarvikevälitteisten epidemioiden havaitseminen ja niiden nopea rajoittaminen vaativat valppautta ja useiden viranomaisten välistä yhteistyötä. [6, s. 438; 7.]

Ruokamyrkytysten selvittäminen ja ehkäisy kuuluvat lainsäädäntömme mukaan usean eri viranomaisen tehtäviin. Kuntien terveydensuojelu- ja terveysturvaviranomaisten työ on tuottaa jatkuvaa tietoa ruokamyrkytyksistä. Ruokamyrkytys-epidemiassa kunnallinen tai alueellinen selvitystyöryhmä lähettää Kansanterveystietokeskelle (KTL) ruokamyrkytys-epidemiailmoituksen. Kun ruokamyrkytykseen liittyvä selvitystyö on saatu päätökseen, selvitystyöryhmä lähettää Elintarviketurvallisuusvirastolle (Evira) selvitysilmoituksen, jossa selvitetään epidemian laajuus ja sen aiheuttaja sekä muut tarvittavat tiedot. Evira ylläpitää kansallista ruokamyrkytysrekisteriä. Ruokamyrkytysrekisteriin päätyvät ruokamyrkytys-epidemiat ovat tapauksia, jotka täyttävät epidemiamääritelmän ja joista on tehty selvitysilmoitus Eviraan sekä näytön vahvuudeltaan luokitellut tapaukset. [6, s. 441; 7.]

2.5 Ruokamyrkytys-epidemioiden esiintyminen

Vuosittain Suomessa todetaan noin 30 - 70 ruokamyrkytys-epidemiaa, joissa sairastuu yhteensä muutama tuhat ihmistä. Raportoitujen epidemioiden lisäksi viranomaisten tietoon tulee lukuisia epidemiaepäilyjä sekä yksittäisiä ruokamyrkytys-epäilyjä. Luku poikkeaa suuresti tartuntatautirekisterin luvusta, joiden mukaan elintarvikkeista tai vedestä johtuvia yksittäisiä sairastumisia on vuosittain yli 10 000. On arvioitu, että Suomessa elintarvikkevälitteisiin ruokamyrkytyksiin sairastuu vuosittain puoli miljoonaa ihmistä. Vain pieni osa näistä sairastuneista päätyy tartuntatautirekisteriin, koska suurin osa heistä ei hakeudu lainkaan lääkärin hoitoon lievien oireiden vuoksi. Vain osasta lääkärin hoitoon hakeutuneista otetaan näytteitä, eikä kaikista näytteistä saada eristetyksi taudinaiheuttajaa. Aliraportoinnista huolimatta tartuntarekisterin tietojen perusteella voidaan seurata eri tartuntojen trendejä pidemmällä aikavälillä sekä verrata eri tartuntojen tapausmääriä. [2, s. 168.]

Suomessa on vuodesta 1975 lähtien kerätty järjestelmällisesti tietoja ruokamyrkytys-epidemiaista. Seurannan alusta vuoden 2008 loppuun mennessä Suomessa oli raportoitu 1 758 epidemiaa, joista 1 661 (94 %) elintarvikkevälitteisiä ja 97 (6 %) talousvesivesivälitteisiä epidemioita [7.]



Kuva 1. Suomessa vuodesta 1975 lähtien raportoidut ruokamyrkytys-epidemiat. [7].

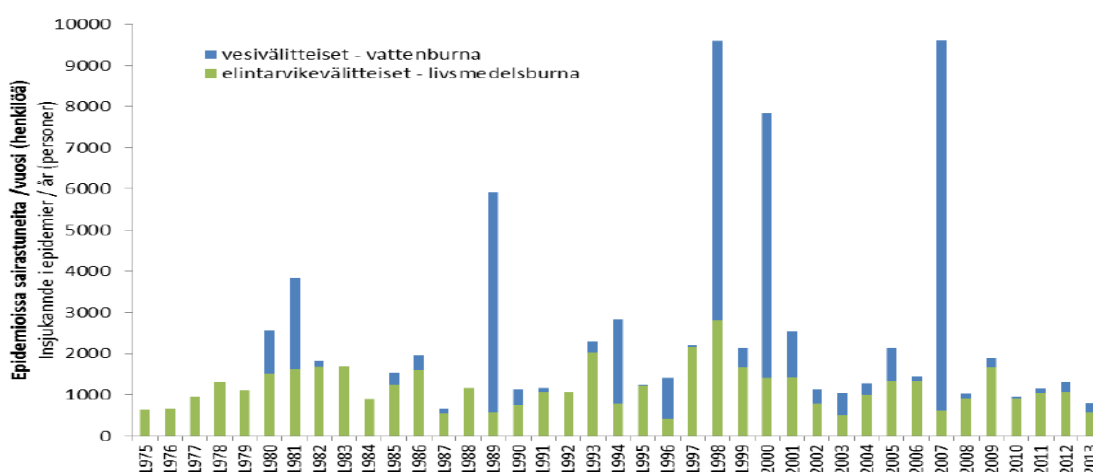
Kuvassa 1 on esitetty ruokamyrkytys-epidemioiden määriä vuosittain vuodesta 1975 lähtien. Elintarvikkevälitteisten epidemioiden määrä on pääsääntöisesti yli 90 % ruokamyrkytys-epidemioiden määrästä. Epidemioiden määrän lisääntyminen 70- ja 80-lukujen vaihteessa arvellaan johtuvan joukkoruokailun vahvasta kasvusta. Vuonna

1997 otettiin käyttöön muuttunut raportointijärjestelmä, jossa huomioitiin myös epidemian epäilyilmoitukset. Samaan aikaan kiinnostus ruokamyrkytyksiin kasvoi ja myös lääkärit alkoivat huomioida entistä enemmän elintarvikkeet suolisto-oireiden syynä. Tämä selittää osittain epidemioiden määrän voimakkaan kasvun vuonna 1998. [2, s. 172; 7.]

Vuoden 1999 alkaen epidemioita alettiin luokittella näytön vahvuuteen perustuvalla arvioinnilla vuosittain. Näytön vahvuus jaetaan viiteen luokkaan:

- A-luokka: vahva näyttö
- B-luokka: todennäköinen näyttö
- C-luokka: mahdollinen näyttö
- D-luokka: ei selkeää näyttöä
- E-luokka: ei näyttöä.

Epidemiaselvitystason parantuminen on mahdollistanut epidemioiden arvioinnin entistä luotettavammin. Tavoitteena on ollut poistaa tilastoista ne epidemiat (E-luokka), joissa näytön vahvuus ei riitä osoittamaan tartunnan olevan elintarvike- tai talousvesivälitteinen. Luokittelun käyttöön otto näkyy tilastoissa raportoitujen ruokamyrkytys-epidemioiden kokonaismäärän vähenemisenä vuoden 1998 jälkeen. [2, s. 172; 7.]

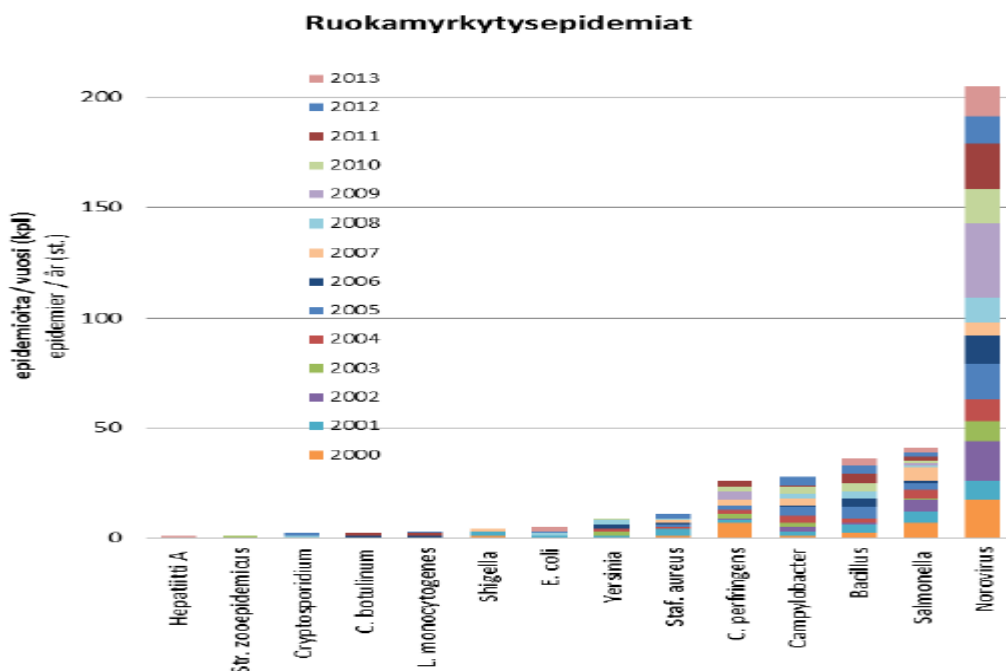


Kuva 2. Suomessa vuodesta 1975 lähtien raportoiduissa ruokamyrkytys-epidemioissa sairastuneiden henkilöiden lukumäärä vuosittain. [7].

Kuvassa 2 on esitetty ruokamyrkytys-epidemioiden sairastuneiden henkilöiden määrät vuosittain. Elintarvikevälikkeiden sairastuneiden määrät seuraavat pääsääntöisesti samaa linjaa elintarvikevälikkeiden ruokamyrkytys-epidemioiden määrän kanssa. Vesivälikkeiden ruokamyrkytys-epidemioiden kohdalla sairastuneiden määrissä on suuria piikkejä muutamien vuosien kohdalla. Vuoden 1998 vesivälikkeiden epidemioiden määrät selittyvät, että sinä vuonna vesilaitosten vedenkäsittelyssä esiintyi huomattavia ongelmia, joiden ratkaisemiseen oli kiinnitettävä erityistä huomiota. Lisäksi uusi raportointijärjestelmä huomioi myös ruokamyrkytys-epidemia, joka nosti epidemioiden ja sairastuneiden määrää. Vuoden 2000 vesivälikkeeseen ruokamyrkytykseen sairastuneiden suuri määrä selittyy kyseisen vuoden aikana tapahtuneesta kolmesta suuresta vesiepidemiasta. Pelkästään Nurmeksessa sattuneessa vesiepidemiassa, joka oli silloin suurin Suomessa koskaan raportoiduista vesiepidemioiden, sairastui n. 5 500 henkilöä. Vuonna 2007 oli kolme vesivälikkeistä epidemiaa, joista kaksi suurinta epidemiaa oli talousvesivälikkeisiä. Huomattavin näistä oli Nokian epidemia, jossa sairastui yli 8 000 henkilöä, pahin koko ruokamyrkytysseurannan aikana raportoitu epidemia Suomessa. [7.]

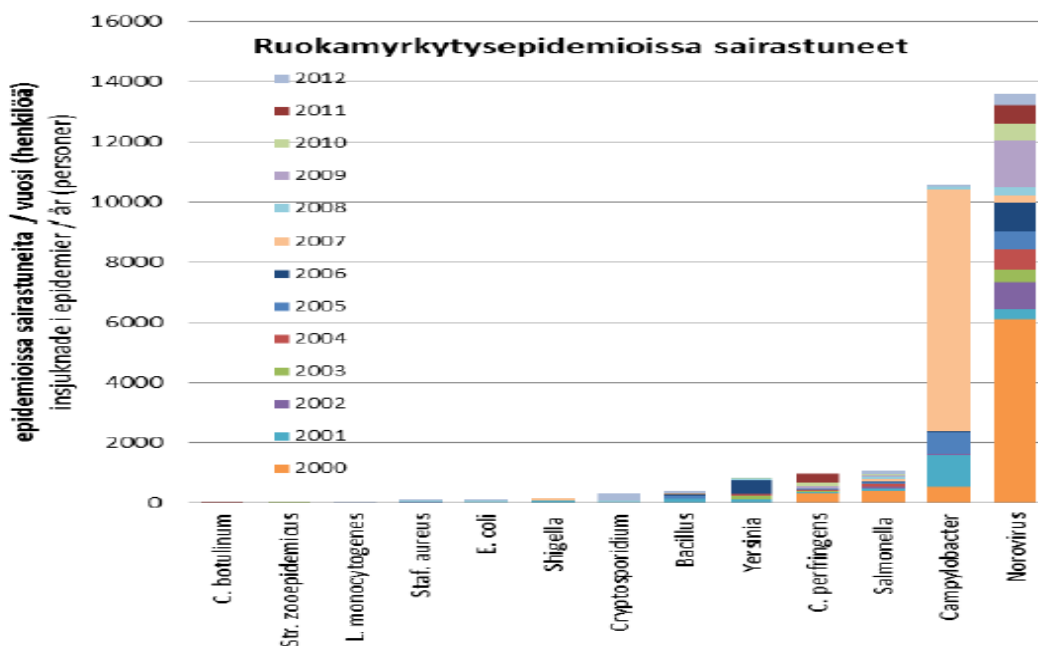
Tästä voidaan päätellä että vesivälikkeiset epidemiat ovat herkempiä leviämään laajemmille alueille bakteerien kulkeutuessa saastuneen vesijohtoveden mukana. Nokian tapauksessahan talousveden sekaan oli päässyt käsittelemätöntä jätevettä.

Ruokamyrkytys-epidemioiden aiheuttajina ovat erilaiset taudinaiheuttajabakteerit, joista kuvassa 3 on esitelty epidemiamäärät vuosittain ja kuvassa 4 epidemioiden sairastuneiden määrät vuosittain. Kuvien tarkastelussa keskitytään vain tutkittavana olevien neljän patogeenin tarkasteluun.



Kuva 3. Ruokamyrkytys-epidemioiden lukumäärä taudinaiheuttajittain vuodesta 2000. [7].

Kuvasta 3 nähdään, että *L. monocytogenes* ja *E. coli* epidemioita on esiintynyt harvoin, yksittäisiä tapauksia vain parina vuotena 2000-luvulla. *L. monocytogenesin* raportoitiin aiheuttaneen vuonna 2006 yhden epidemian sekä muutaman yksittäisen tartunnan ja vuonna 2012 kaksi epidemiaa. *E. coli* raportoitiin aiheuttaneen vuonna 2001 yhden ja vuonna 2012 yhden epidemian. *S. aureuksen* raportoitiin aiheuttaneen vuonna 2001 kolme keskisuurta epidemiaa sekä vuosina 2004-2008 yhden epidemian vuosittain. Kuvassa on esitetty *Bacillukset* yhtenä ryhmänä, joten *B. cereuksen* osuutta ei suoraan voida todeta kuvasta. *B. cereuksen* on kuitenkin raportoitu aiheuttaneen keskimäärin 2 - 4 epidemiaa vuosittain muutamaa vuotta lukuun ottamatta. Epidemioiden lisäksi on raportoitu yksittäisiä tapauksia, joita ei ole huomioitu näissä kuvissa. [7.]



Kuva 4. Ruokamyrkytys-epidemioissa sairastuneiden henkilöiden lukumäärät taudinaiheuttajittain vuodesta 2000. [7].

Kuvan 4 perusteella voidaan todeta, että tutkitun neljän patogeenin aiheuttamien raportoitujen epidemioiden sairastuneiden määrät ovat olleet kohtuullisen pieniä. Epidemiat ovat olleet pääsääntöisesti hyvin paikallisia. *L. monocytogenes* aiheutti vuoden 2006 ainoassa epidemiassa 11 henkilön sairastumisen, heidän syötyään suolasienistä valmistettua sienisalaattia. Vuonna 2012 *L. monocytogenes* aiheutti kaksi erillistä epidemiaa kesä-heinäkuun aikana, joissa sairastui yhteensä parikymmentä sairaalahoidossa ollutta potilasta. Epidemioiden välittäjäaineeksi osoittautui sairaalassa tarjottu liha-hyytelö. [7.]

E. coli aiheutti vuonna 2001 yhdessä epidemiassa neljän henkilön sairastumisen heidän syötyään kebab-ravintoloissa, joiden raakalihat tulivat samalta toimittajalta. Vuonna 2012 yhdessä epidemiassa yhdeksän henkilöä sairastui maatilavierailulla juotuaan tilan tuottamaa raakamaitoa. [7.]

S. aureus aiheutti vuonna 2000 yhden pienen epidemian, syynä työpaikalla syöty makaronilaatikko. Vuonna 2001 se aiheutti kolme pientä, 2-6 henkilön, epidemiaa, joiden välittäjäaineena olivat broileri-riisiruoka, kebab-liha ja savustettu kala. Vuonna 2004 se aiheutti yhden epidemian, jossa sairastui yhdeksän henkilöä nautittuaan ravintolan valmistamaan lihapataa. Vuonna 2005 yksi epidemia, jossa kymmenen henkilöä sairastui

ravintolan valmistamasta kanakebabista, vuonna 2006 yksi epidemia, jossa kaksi henkilöä sairastui papu-paprika-herkkusieniseoksesta. Vuonna 2007 *S. aureus* aiheutti yhden keskisuuren epidemian, jossa sairastui 13 henkilöä, nautittuaan edellisen päivän asiakastilaisuudesta jäänyttä uudelleen lämmitettyä ruokaa. Vuonna 2008 se aiheutti yhden keskisuuren epidemian, jossa sairastui 15 henkilöä osallistuttuaan palvelukodin ruokailuun. [7.]

B. cereus aiheutti vuonna 2000 kaksi pientä epidemiaa, joiden aiheuttajiksi osoittautui kiinalaisravintolassa tarjoiltu riisi ja kotona syöty maalaispalvikinkku. Vuonna 2001 se aiheutti neljä epidemiaa, joista kaksi oli pientä ja kaksi keskisuurta. Vuoden 2001 suurimmassa epidemiassa sairastui 75 henkilöä syötyään kouluruokailussa nakkirisottoa. Myös kouluruokailun makaronilaatikko ja syntymäpäivillä tarjoiltu vaniljakastike aiheuttivat vuonna 2001 epidemian. Vuonna 2002 *B. cereus* aiheutti yhden pienen epidemian, jossa sairastui 9 henkilöä, nautittuaan kalakeittoa. Vuonna 2004 se aiheutti kaksi pientä epidemiaa, joissa kymmenen sairastui syötyään pitopalvelun järjestämän kahvitilaisuuden antimia ja viisi sairastui nautittuaan ravintolassa korvasienikastiketta. Vuonna 2005 se aiheutti viisi epidemiaa, joista kaksi oli pientä ja kolme keskisuurta. Yhdeksän henkilöä sairastui syötyään uudelleen lämmitettyä lihakeittoa, 18 sairastui syötyään pelimatalla eväänä ollutta lihamakaronilaatikkoa, 20 sairastui nautittuaan pitopalvelun tarjoamaa kinkkukiusausta, 15 sairastui syötyään ravintolassa puolalaista marjasekoitusta ja kaksi sairastui nautittuaan kahvilan lounasruoalla tarjottua munavoita. Vuonna 2006 *B. cereus* aiheutti kolme pientä epidemiaa, jotka aiheutuivat ravintoloissa nautituista ankanrinnasta, riisi-kebabista ja metsästäjänleikkeestä. Vuonna 2008 se aiheutti kolme pientä epidemiaa, joissa kymmenen henkilöä sairastui syötyään leipomon unelmakääretorttua, viisi henkilöä sairastui ruokailtuaan huoltoasemalla perunasosetta ja seitsemän henkilöä sairastui syötyään ravintolassa juustokastiketta. Vuonna 2010 se aiheutti neljä pientä epidemiaa, joissa kahdeksan sairastui syötyään ravintolassa riisiä ja pastasalaattia, kaksi henkilöä sairastui syötyään ravintolassa salaattia, kaksi sairastui syötyään pizzeriassa kiinankaalia ja kahdeksan sairastui syötyään leirillä tarjolla olleita lihapiirakoita. [7.]

S. aureuksen ja *B. cereuksen* aiheuttamissa ruokamyrkytystapauksissa oli paljon yhtäläisyyksiä. Useimmassa tapauksessa ruoka oli kertaalleen ollut tarjoiltavana, minkä jälkeen sitä oli säilytetty kylmässä ja myöhemmin lämmitetty uudelleen tarjoiltavaksi. Osassa tapauksista elintarvikkeen valmistuskeittiössä oli puutteita hygieniassa ja kylmäsäilytyksessä sekä osassa tapauksissa infektoitunut työntekijä osallistunut ruoan

valmistukseen. Bakteereilla on ollut otolliset olosuhteet lisääntymiseen ja toksiinien muodostamiseen eikä ruoan lämmitys ole tuhonnut näitä. [7.]

Nämä neljä patogeeniä eivät ole aiheuttaneet vesivälitteisiä ruokamyrkytyksiä 2000-luvulla. [7].

2.6 Ruokamyrkytys-epidemioiden kustannukset

Suomessa mikrobiologista pilaantumista ja ruokamyrkytys-epidemioiden aiheuttamia tappioita ja muita kuluja ei ole arvioitu kattavasti, mutta ne lienevät suhteessa väkilukuun samalla tasolla kuin Yhdysvalloissa ja Pohjois-Euroopassa. Ruokamyrkytyskustannukset Yhdysvalloissa on noin 152 miljardia USD vuodessa. Ruokamyrkytystapauksia noin 75 miljoonaa ja ne tappavat noin 5000 ihmistä ja noin 3200 ihmistä päätyy sairaalahoitoon vuosittain. Tulokset perustuvat Ohio State Yliopiston apulaisprofessorin Robert L. Scharffin tutkimukseen. [8; 9.]

3 Suojakaasupakkaaminen

Elintarvikkeita voidaan pakata suojakaasuun estämään ilmakehän hapen haittavaikutuksia ja pidentämään tuotteiden säilyvyyttä ja myyntiaikaa. Elintarvikkeiden pakkaamiseen käytetään MAP -tekniikkaa, eli suojakaasupakkaamista, jolloin elintarvike pakataan suljettavaan pakkaukseen ja pakkauksessa oleva ilma korvataan muokatulla ilmakehällä eli suojakaasulla. Suojakaasut ovat kaasuseoksia, joissa on käytetty ilmakehän omia kaasuja, kuten typpeä (N_2), hiilidioksidia (CO_2) ja happea (O_2). Lisäksi voidaan käyttää muita kaasuja, kuten dityppioksidia (N_2O), argonia (Ar) ja vetyä (H_2). Kaasuja voidaan käyttää erikseen tai tarpeen mukaan määritettyinä seoksina. Suojakaasun käytöllä vähennetään erityisesti anaerobisten mikrobien kasvua ja estetään hapettumisreaktioita. Parhaan suojan saamiseksi suojakaasupakkausmateriaalien tulee olla mahdollisimman vähän kaasuja läpäiseviä ja ne tulee voida sulkea tiiviisti. Pakkauksen avaamisen tai rikkoutumisen jälkeen suojakaasun antama suoja häviää. MAP:in tehokkuus on riippuvainen neljästä tekijästä: elintarvikkeen laadusta ja hygieenisestä käsittelystä, inertistä kaasusta tai kaasuseoksesta, pakkauskoneesta sekä pakkausmateriaalista. [10; 11; 12.]

Suojakaasussa typpi estää elintarvikkeen rasvoja hapettumasta. Typpi on inertti kaasu, jota käytetään pakkauksissa korvaamaan happea. Heikosti veteen liukenevana typpi auttaa myös säilyttämään pakkauksen alkuperäisen tilavuuden. Hiilidioksidi on tehokain homeen ja muiden yleisten aerobisten bakteerien kasvun estäjä. Hiilidioksidi liukenee elintarvikkeen neste- ja rasvafaasiin alentaen elintarvikkeen pH-arvoa. Lisäksi se läpäisee biologiset kalvot aiheuttaen muutoksia näiden läpäisevyyteen ja toimintaan. Myös dityppioksidi, argon ja vety ehkäisevät voimakkaasti mikrobien kasvua. Useimmissa elintarvikepakkauksissa hapen määrä halutaan pitää mahdollisimman pienenä. Poikkeuksena on tuore liha, kasvikset ja hedelmät. Hapen avulla lihan punainen väri saadaan säilymään ja happi mahdollistaa myös kasvien ja hedelmien soluhengityksen, jolloin näiden säilyvyys paranee. [11; 12.]

Suojakaasun koostumuksen valintaan vaikuttavat elintarvike ja sen ominaisuudet, mikrobien aktiivisuus, hygieniavaatimukset, pakkaamista edeltävä aika ja lämpötila. Lisäksi on huomioitava pakkausmateriaalin läpäisevyys, kaasun tilavuus pakkauksen sisällä ja jäännöshapentilavuus. Yleisesti pakkauksissa käytetty suojakaasu on typen (60 - 80%) ja hiilidioksidin (20 - 40%) seosta. [11.]

Työssä tutkituissa täytetyissä leipätuotteissa on käytetty suojakaasuna kaasuseosta, jossa on typpeä (N_2) 30 % ja hiilidioksidia (CO_2) 70 %. Kaikille tuotteille on käytetty samaa kaasuseosta ja sama määrä.

4 Tutkimuksen kuvaus

Tutkimus toteutettiin yhteistyössä täytettyjä voileipiä valmistavan ja markkinoivan yrityksen kanssa. Yrityksen täytetyistä leipätuotteista tutkittiin neljän yleisen patogeenin (*Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* ja *Listeria monocytogenes*) esiintymistä ja niiden lisäksi kokonaismikrobimäärä 1+6, 1+7, 1+8 ja 1+9 säilytysaikojen kohdilla. Tutkimuksessa haluttiin selvittää myyntiajan loppupuolen (1+6 ja 1+7) leipien mikrobimäärät sekä myyntiajan ylittäneiden (1+8 ja 1+9) leipien mikrobimäärät. Tarkoituksena oli tutkia etupäässä tuotteiden täytteitä ja niissä esiintyvien patogeenien esiintymistä mikrobiologisesti. Koska oli melko varmaa että *E. coli* ei löydy, päätettiin selvittää samalla koliformien määrä näytteistä, vaikka sitä ei alkuperäisessä toimeksiannossa pyydetty.

Tutkittavina oli kuusi erilaista täytettyä leipätuotetta pakattuina suojakaasuun ja ilman suojakaasu. Tutkimuksen taustana oli toimeksianto yhteistyöyritykseltä. Yritys mietti voidaanko suojakaasu jättää pois tutkituista tuotteista. Yrityksen edustajan mukaan kaasun poisjättämistä tukee se, että kuluttajat mieltävät suojakaasun lisäaineeksi ja samalla epäterveelliseksi. Lisäksi ajatuksissa on, jos suojakaasulla ei ole merkitystä, siitä luopumisella saataisiin aikaiseksi kustannussäästöjä.

Yritys suoritti tuotteiden varsinaisen aistinvaraisen arvioinnin omissa tiloissaan, joten tässä tutkimuksessa aistinvaraisesti arvioitiin vain keskenään suojakaasun kanssa ja ilman suojakaasua pakattujen leipien raaka-aineiden kuntoa ulkonäön ja hajun perusteella vertaamalla niitä edellisen päivän leipiin.

5 Näytteet ja niiden valmistus

5.1 Näytteet

Ensimmäisellä viikolla (viikko 11/2014) tutkittavina tuotteina oli kylmäsavulohi- ja kalkkunajuustoleivät kaasuun ja ilman kaasua pakattuina. Kylmäsavulohileivän täytteenä oli kylmäsavulohta, kananmunaa, punasipulia, jäävuorisalaattia ja margariinia. Kalkkunajuustoleivän täytteenä oli kalkkunafilee-siivuja, juustoa, paprikaa, maustekurkkua, jäävuorisalaattia ja margariinia. Leivät oli valmistettu 04.03.2014. Leivät noudettiin yritykseltä 1+6 päivän kohdalla ja leipien säilytyslämpötila koululla oli n. 5,5 °C.

Toisella viikolla (viikko 13/2014) tutkittavina tuotteina oli metvursti- ja lihapullaleivät kaasussa ja ilman kaasua pakattuina. Metvurstileivän täytteenä oli metvurstia, suolakurkkua, jäävuorisalaattia ja margariinia. Lihapullaleivän täytteenä oli chilinmakuisia lihapullia, suolakurkkua, majoneesia ja rukolasalaattia. Leivät oli valmistettu 18.03.2014. Leivät noudettiin yritykseltä 1+6 päivän kohdalla ja leipien säilytyslämpötila koululla oli n. 4 °C.

Kolmannella viikolla (viikko 15/2014) tutkittavina tuotteina oli kinkkujuusto- ja kanacaesarleivät kaasussa ja ilman kaasua pakattuina. Kinkkujuustoleivän täytteenä oli kinkku-leikettä, juustoa, tomaattia, salaattia ja margariinia. Kanacaesarleivän täytteenä oli kanaa ja majoneesityyppistä tahnaa ja tomaattia. Leivät oli valmistettu 01.04.2014. Leivät noudettiin yritykseltä 1+6 päivän kohdalla ja leipien säilytyslämpötila koululla oli n. 4 °C.

5.2 Näytteiden valmistelu

Näytteet koodattiin täytteittäin taulukon 3 mukaisesti. Lisäksi jokainen malja sai oman numeron (1 - 12) näytekirjaimen lisäksi. Numerot 1 - 3 viittaavat 1+6 leipiin, numerot 4 - 6 1+7 leipiin, numerot 7 - 9 1+8 leipiin ja numerot 10 - 12 1+9 leipiin. Numeron perusteella pystyy päättämään minkä päivän näytteestä on kyse.

Taulukko 3. Näytteet ja niiden koodit.

Näyte	Leipä (täyte)
A	Kylmäsavulohi kaasuun pakattu
B	Kylmäsavulohi ilman kaasua pakattu
C	Kalkkunajuusto kaasuun pakattu
D	Kalkkunajuusto ilman kaasua pakattu
E	Metvursti kaasuun pakattu
F	Metvursti ilman kaasua pakattu
G	Lihapulla kaasuun pakattu
H	Lihapulla ilman kaasua pakattu
I	Kinkkujuusto kaasuun pakattu
J	Kinkkujuusto ilman kaasua pakattu
K	Kanacaesar kaasuun pakattu
L	Kanacaesar ilman kaasua pakattu

Näytteet valmistettiin ottamalla jokaisesta kaasuun ja ilman kaasua pakatuista tuotteista kolme rinnakkaista (1, 2 ja 3) leipää. Jokaisesta leivästä tehtiin oma näyte ottamalla täytettä niin, että näytteeseen tuli kaikkia täyteaineita. Tutkimuksessa keskityttiin pelkkiin täytteisiin, koska täytteiden raaka-aineet ovat herkemmin pilaantuvia kuin leipä. Leivän mukaanoton näytteeseen katsottiin laimentavan näytettä tarpeettomasti. Näyte otettiin sellaisesta kohdasta, jossa täytteen raaka-aineet olivat kosketuksissa toisiinsa, jotta nähtäisiin miten ne ovat vaikuttaneet toisiinsa. Näytteeseen lisättiin laimennosnestettä, minkä jälkeen se homogenoitiin. Jokaisen leivän näytteistä viljeltiin omat selektiiviset maljat kullekin tutkittavalle mikrobille sekä kokonaismikrobimäärän määrittämiseksi.

6 Mikrobiologiset menetelmät

6.1 Mikrobiologiset analyysit

Näytteistä tutkittiin jokaisella kerralla *E. coli*, *S. aureus*, *B. cereus* ja mikrobien kokonaispesäkemäärät sekä 1+8 että 1+9 leivistä kvantitatiivisesti *L. monocytogenes*. Määrittäminen menetelmät ja käytetyt elatusaineet on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Määrittäminen menetelmät ja kasvatusalustat.

Määrittäminen	Menetelmä	Elatusaine
<i>Escherichia coli</i> , koliformit	ISO 4832:2006 ja ISO 16649-2:2001	Rapid'E.coli 2 Agar
<i>Staphylococcus aureus</i>	ISO 6888-1:1999	Baird-Parker
<i>Bacillus cereus</i>	ISO 7932:2004	Bacillus Cereus Medium
<i>Listeria monocytogenes</i>	NMKL 136:2007	ALOA
Mikrobien lukumäärä	ISO 4833:2003	PCA, (Plate Count Agar)

Menetelmiä on noudatettu soveltuvin osin tekemällä viljelyt mutta pesäkkeistä ei ole tehty varmistuskokeita. Tulokset on laskettu menetelmien kuvausten perusteella.

Kasvatusalustana oli jokaiselle tutkittavalle bakteerille oma selektiivinen elatusaine. Selektiivisillä alustoilla pystyttiin tarjoamaan tutkitulle bakteerille otolliset kasvuolosuhteet ja näin haluttu bakteeri saatiin näkyviin, jos sitä oli näytteessä.

6.2 Raja-arvot

Tutkittavat bakteerit muodostavat laskettavia pesäkkeitä valituilla kasvatusalustoilla valituilla menetelmillä. Menetelmien periaate on siirrostaa näytettä kasvatusalustalle ja inkuboida alustaa sopivassa lämpötilassa ennalta määritetyn ajan. Inkuboinnin jälkeen kaikki pesäkkeet lasketaan. Tutkittavien bakteereiden pesäkemäärille on annettu raja-arvot (pmy/g) tutkittavissa tuotteissa. Taulukossa 4 on ilmoitettu jokaiselle tutkitulle bakteerille raja-arvot (m) ja (M). Arvot, jotka jäävät alle (m), luokitellaan hyväksi, arvot, jotka ovat (m) ja (M) välillä, luokitellaan tyydyttäväksi ja arvot, jotka ylittävät (M), luokitellaan huonoiksi. Raja-arvot ovat määritetty sellaisenaan syötäville elintarvikkeille. Arvot on saatu yhteistyöryitykseltä, joka noudattaa Elintarviketurvallisuusviraston, Eviran,

antamia ohjeita. Kun mikrobien esiintyminen alittaa välttävän (m) raja-arvon, voidaan tuotetta pitää laadulta hyvänä ja turvallisena elintarvikkeena.

Taulukko 5. Annetut raja-arvot tutkituille bakteereille.

Tutkittava mikrobi	Raja-arvo (m)	Raja-arvo (M)
<i>Eschericia coli</i>	<10 pmy/g	<100 pmy/g
Koliformit	<100 pmy/g	<1000 pmy/g
<i>Bacillus cereus</i>	<100 pmy/g	<1000 pmy/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	<100 pmy/g	<1000 pmy/g
<i>Listeria monocytogenes</i>	<100 pmy/g	<1000 pmy/g
Kokonaismikrobimäärä	<100 000 pmy/g	<1 000 000 pmy/g

Arvot on määritetty koskemaan elintarvikkeen viimeistä käyttöpäivää. Kokonaismikrobien lukumäärän raja-arvoksi on annettu <100 000 pmy/g. Jos tuotteissa on metvurstia tai juustoa, niin arvot saattavat ylittyä näiden valmistuksessa käytettyjen starttereiden takia. [13]. Kaikki annetut raja-arvot osoittautuivat todella tiukoiksi. Joidenkin mikrobien kohdalla riitti laimennoksista johtuen, että jo yksi havaittu pesäke aiheutti annetun m raja-arvon ylittymisen.

7 Mikrobiologiset tulokset

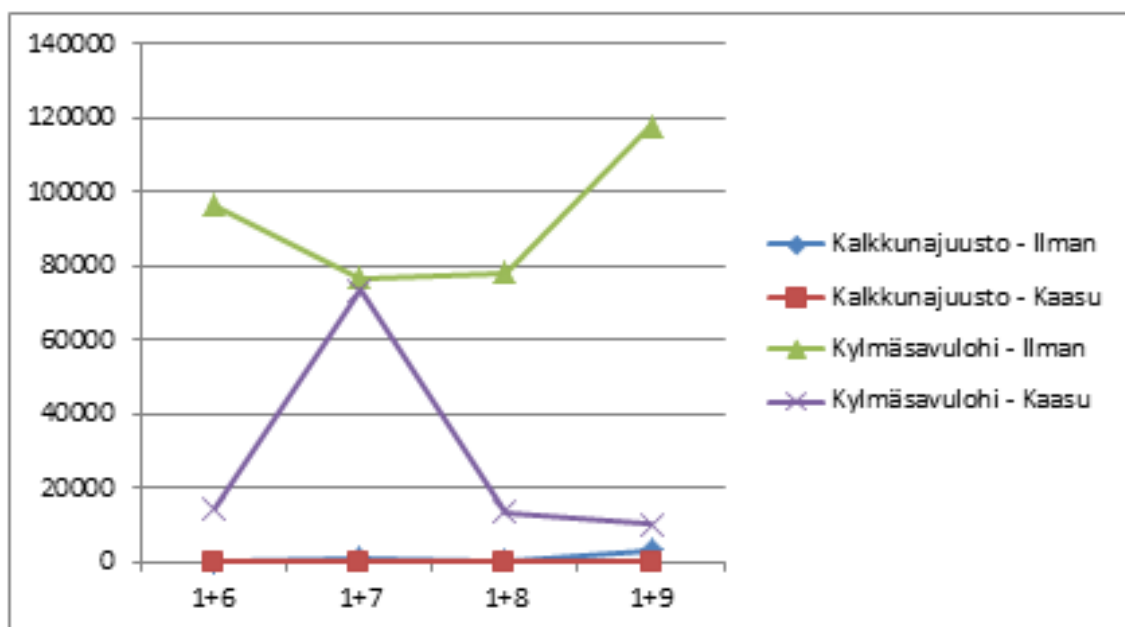
Näytteiden mikrobiologiset tulokset on laskettu pmy/g ja esitetty kuvissa tutkimuspäivän näytteiden keskiarvoina. Tämä laskentatapa ei välttämättä kerro täyttä totuutta, mutta antaa tuntumaa suojakaasun mahdollisesta tarpeellisuudesta. Keskiarvolla laskettaessa voi tutkimuspäivän yhden yksittäisen leivän poikkeuksellisen korkea mikrobimäärä nostaa kyseisen päivän keksiarvoa, jolloin se ei ole suoraan verrattavissa muiden tutkimuspäivien tuloksiin. Vaikka tutkittavat leivät olivat aina samasta tuotantoerästä, niin joka päivä tutkittiin kolmea erillistä suojakaasuun ja ilman suojakaasua pakattua leipää. Joka päivälle otettiin uudet avaamattomat leivät. Tämä selittää, että mikrobimäärä ei ole välttämättä jatkuvasti kasvava ja tulokset ovat satunnaisia.

Tulokset on esitetty leipäpareittain kaasuun ja ilman kaasua pakattuina ja jokainen tutkittu mikrobi omana kuvanaan. Poikkeuksena *E. coli*, koska sitä ei esiintynyt yhdessäkään näytteessä.

Koska kuvissa on esitetty näytteen ottopäivän tulosten keskiarvo, osassa kuvaajista arvot näyttää olevan laskevia. Leipien ikääntyessä mikrobimäärät eivät laske, mutta kuvaajan käyttäytyminen selittyy sillä, että yhden yksittäisen leivän suuri pesäkkeiden määrä nostaa arvoa ja se näkyy kuvaajalla. Tämä on huomioitu kuvaajaa tulkittaessa.

7.1 Kylmäsavulohi- ja kalkkunajuustoleivät

Kylmäsavulohi- ja kalkkunajuustoleivistä ei löytynyt *E. colia* mutta kylmäsavulohileivissä oli runsaasti. Kalkkunajuustoleivissä vain osassa leivistä löytyi koliformeja. Kuvassa 5 on esitetty kylmäsavulohi- ja kalkkunajuustoleivissä esiintyneiden koliformien määrät näytteiden ottopäivien mukaan.



Kuva 5. Kylmäsavulohi- ja kalkkunajuustoleipien tulokset koliformien osalta.

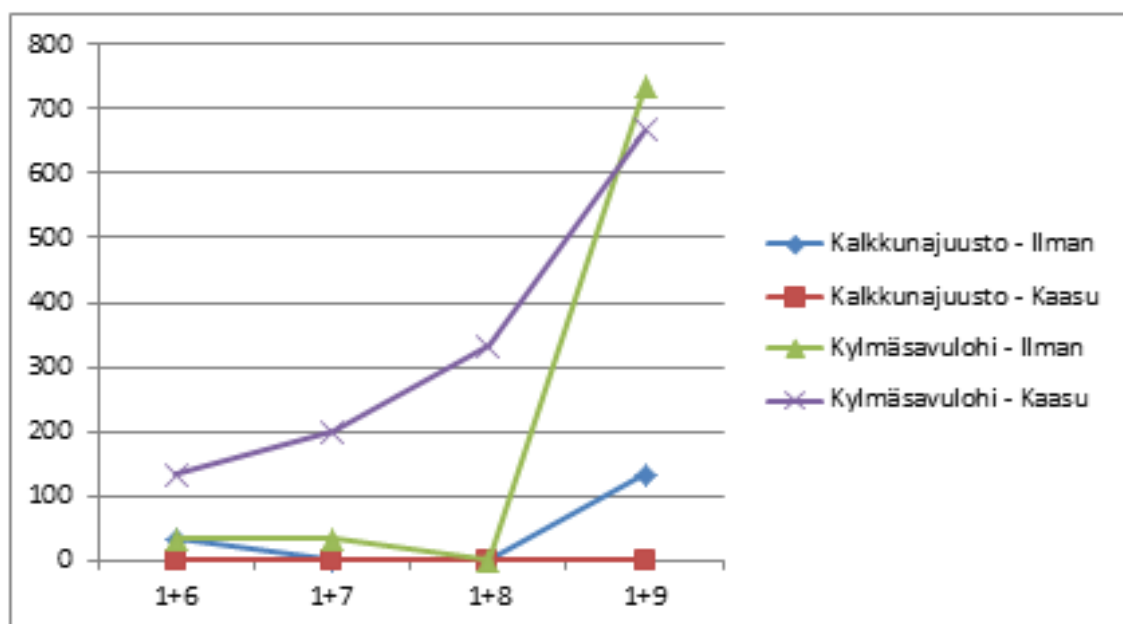
Näytteiden 1+6 ja 1+7 tulokset olivat suurempia kuin näytteiden 1+8 ja 1+9, koska näytteet 1+6 ja 1+7 viljeltiin virheellisesti pintaviljelynä. Pintaviljelyssä anaerobiset olosuhteet eivät toteutuneet ja koliformien lisäksi mahdolliset muutkin mikrobit pääsivät kasvamaan hallitsemattomammin. Kun siirryttiin tekemään maljaviljelyä, koliformien määrä ei kasvanut vaikka leipien ikä kasvoi.

Kokonaisuudessa koliformien määrät kylmäsavulohileivissä oli huolestuttavan suuria. Kaikki kylmäsavulohileivät luokitellaan huonoksi koliformien osalta. Kalkkunajuustolei-

vissä kaasuun pakatuissa vain kolmessa leivässä (eri päivän leipiä) sivuttiin välttävän (m) raja-arvoa muiden ollessa puhtaita, eli kaikkia näitä voidaan pitää koliformien osalta hyvinä. Ilman kaasua pakatuissa puolet leivistä ylitti välttävän (m) raja-arvon, neljä leipää peräti huonon (M) raja-arvon. Ilman kaasua pakatuista vain 1+6 päivän leivät olivat hyviä, muiden päivien osalta leivät olivat jo vähintään välttäviä ja osa jopa huonoja.

Tulosten perusteella voidaan todeta suojakaasun hillitsevän koliformien kasvua näissä leivissä.

Kuvassa 6 on esitetty kylmäsavulohi- ja kalkkunajuustoleivissä esiintyneiden *B. cereuksen* määrät näytteiden ottopäivien mukaan.



Kuva 6. Kylmäsavulohi- ja kalkkunajuustoleipien tulokset *B. cereuksen* osalta.

Kylmäsavulohileipien kohdalla *B. cereusta* oli aluksi ilman kaasua pakatuissa leivissä pienemmät määrät kuin kaasuun pakatuissa. Kun leivät saavuttivat 1+9 iän, tilanne muuttui siten, että kaasuun pakatuissa oli pienemmät arvot. Kaasuun pakatuissa kylmäsavulohileivissä 1+6 ja 1+7 päivänä yksi sivutti välttävän (m) raja-arvoa ja yksi leipä ylitti välttävän (m) raja-arvon. Päivien 1+8 ja 1+9 leivissä yhdet leivät ylittivät huonon (M) raja-arvon muiden ollessa puhtaita. Tämän perusteella 1+6 ja 1+7 kaasuun pakattuja kylmäsavulohileipiä voidaan pitää välttävinä ja 1+8 ja 1+9 leipiä huonoina syötäväksi. Ilman kaasua pakatuissa 1+6 ja 1+7 leivissä yhdet leivät sivuuttivat välttävän (m)

raja-arvoa, 1+8 leivissä ei esiintynyt *B. cereusta* ja 1+9 leivissä kaksi leipää ylitti huonon (M) raja-arvon. Ilman kaasuun pakatuista 1+6, 1+7 ja 1+8 leipiä voidaan pitää hyvinä ja 1+9 leipiä huonoina

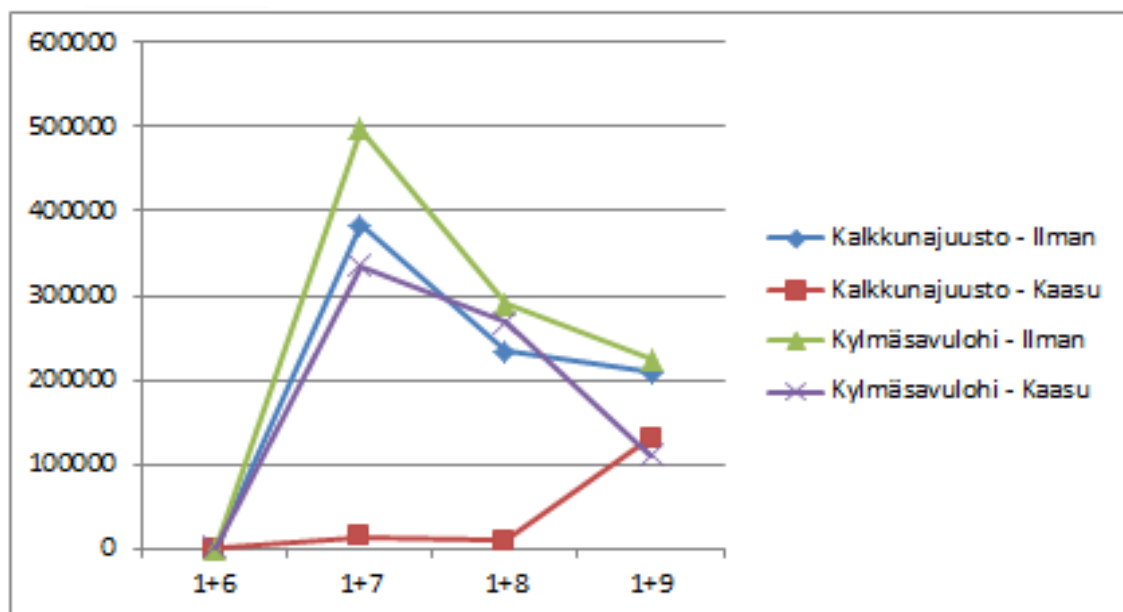
Kalkkunajuustoleipien kohdalla kaasuun pakatuissa leivissä ei esiintynyt lainkaan *B. cereusta* ja ilman kaasua pakatuissakin 1+6 leivissä vain yhdessä leivässä sivuttiin välttävän (m) raja-arvoja ja 1+9 leivistä vain yhdessä välttävän (m) raja-arvo ylittyi. Tämän perusteella kaasuun pakatut ovat kaikki hyviä ja ilman kaasua pakatuissa vasta 1+9 leipiä voidaan pitää välttävinä.

Tulosten perusteella suojakaasulla kylmäsavulohileipien kohdalla ei ole hyötyä, mutta säilyvyysajan pidentyessä tilanne kääntyy toisin päin. Kuvaajan perusteella voisi päätellä, että kalkkunajuustoleivissä suojakaasulla on vaikutusta, mutta koska kyseessä on vain yksi leipä, ei voida sanoa että suojakaasulla olisi merkitystä *B. cereuksen* kasvuun.

S. aureusta ei löytynyt kuin yhdestä 1+6 kaasuun pakatusta sekä 1+6 ilman kaasua pakatusta kylmäsavulohileivistä. Molempien tulos sivusi raja-arvoa. Koska muissa leivissä ei esiintynyt pesäkkeitä, ei kuvaajaa tehty. Kalkkunajuustoleivissä ei esiintynyt myöskään *S. aureusta*. Kaikkia leipiä voidaan pitää hyvinä *S. aureuksen* suhteen. Näiden tulosten perusteella suojakaasulla ei ole merkitystä *S. aureuksen* kasvuun.

Kylmäsavulohi- ja kalkkunajuustoleivistä *L. monocytogenes* jäi määrittämättä näistä leivistä, koska elatusaineen toimitus myöhästyi.

Kuvassa 7 on esitetty kylmäsavulohi- ja kalkkunajuustoleivissä esiintyneiden kokonaismikrobien määrät näytteiden ottopäivien mukaan.



Kuva 7. Kylmäsavulohi- ja kalkkunajuustoleipien tulokset kokonaismikrobien osalta.

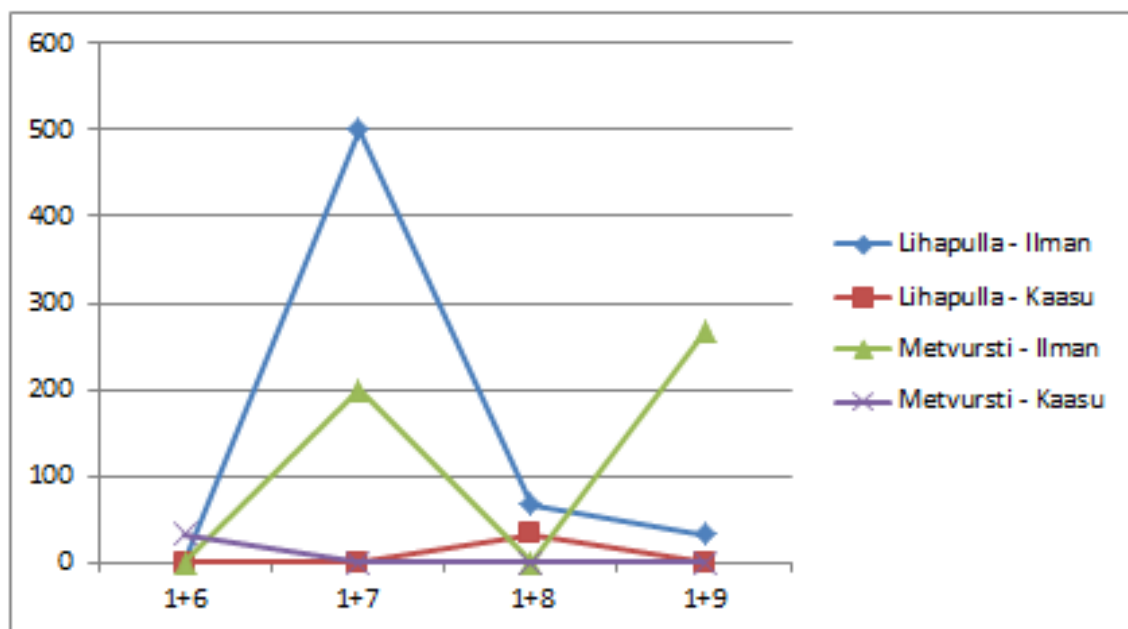
Kylmäsavulohileivissä kaasuun pakatuissa 1+6 leivissä kokonaismikrobien arvot jäivät reilusti välttävän (m) raja-arvon alapuolelle. Nämä leivät olivat hyviä. Muiden päivien kaikkien leipien raja-arvot ylittyivät välttävän (m) mutta jäivät alle huonon (M), joten 1+7, 1+8 ja 1+9 kaasuun pakatut kylmäsavulohileivät olivat välttäviä. Ilman kaasua pakatuissa 1+6 leivissä arvot jäivät alle välttävän (m) ja 1+7, 1+8 ja 1+9 leivissä arvot ylittivät välttävän (m) raja-arvon. Ilman kaasua pakatuista kylmäsavulohileivistä 1+6 leivät olivat hyviä ja loput välttäviä.

Kalkkunajuustoleivissä kaasuun pakatuissa 1+6, 1+7 ja 1+8 leipien arvot jäivät alle annetun välttävän (m) raja-arvon ja olivat hyviä. 1+9 leivissä arvot ylittivät välttävän (m) raja-arvon ollen välttäviä. Ilman kaasua pakatuissa 1+6 päivän leivissä raja-arvot alitettiin reilusti välttävän (m) raja-arvon, eli olivat hyviä, ja loput leivät ylittivät välttävän (m) raja-arvon ja olivat välttäviä.

Tuloksia tarkastellessa voidaan todeta, että kaasuun pakatuissa kalkkunajuustoleivissä oli pienemmät kokonaismikrobimäärät kuin ilman kaasua pakattuihin verrattuna. Kylmäsavulohileipien kohdalla ero ei ole yhtä selvä, mutta ero on havaittavissa. Tulosten perusteella suojakaasulla on merkitystä kokonaismikrobien kasvuun.

7.2 Metvursti- ja lihapullaleivät

Metvursti- ja lihapullaleivistä ei löytynyt *E. colia* ja koliformejakin löytyi vain muutamista leivistä. Kuvassa 8 on esitetty metvursti- ja lihapullaleipien koliformien määrät.

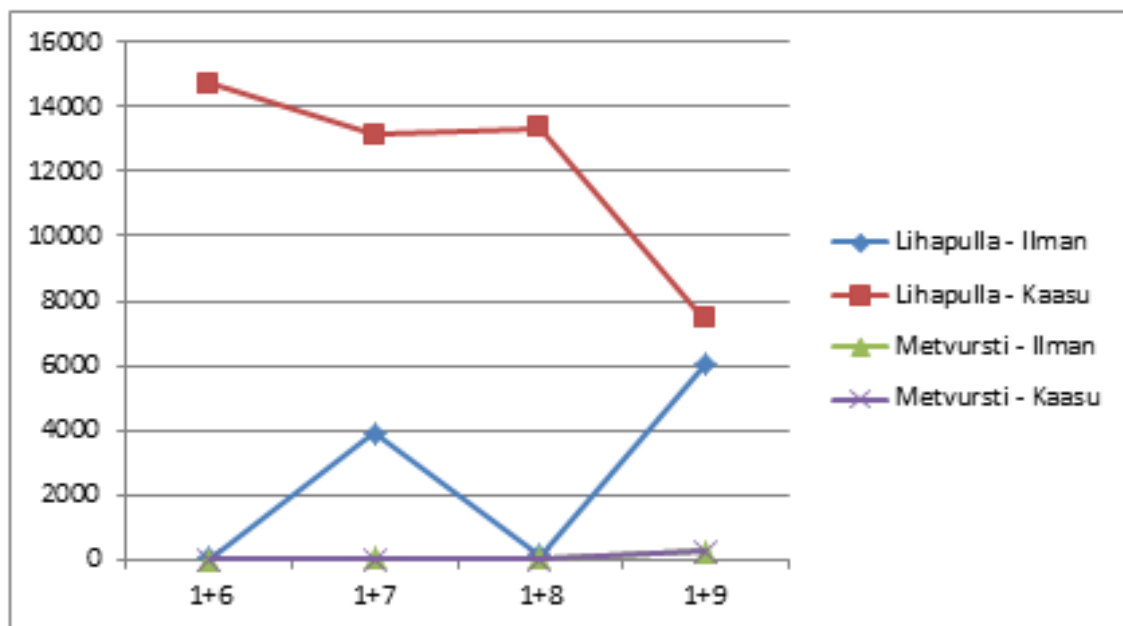


Kuva 8. Metvursti- ja lihapullaleipien tulokset koliformien osalta.

Kaasuun pakatuissa molemmista leipäryhmistä löytyi vain yhdet leivät, joissa koliformien arvot ylittivät annetun välttävän (m) raja-arvon eli kaikki kaasuun pakatut olivat hyviä koliformien osalta. Ilman kaasua pakatuissa metvurstileivissä 1+6 leivät olivat hyviä, 1+7 leivissä kahden arvot ylittyivät välttävän (m) raja-arvon, 1+8 leivissä ei ollut esiintymiä ja 1+9 leivissä kahden arvot ylittyivät myös välttävän (m) raja-arvon. Näin ollen vain 1+6 ja 1+8 päivien ilman kaasua pakatut metvurstileivät olivat hyviä. ja 1+7 ja 1+9 leivät olivat välttäviä. Ilman kaasua pakatuissa lihapullaleivissä vain 1+6 leivissä ei ollut raja-arvojen ylityksiä, nämä olivat hyviä. Yhdessä 1+7 leivässä sivuutettiin välttävän (m) raja-arvon ja toisessa leivässä ylitettiin huonon (M) raja-arvo. 1+8 ja 1+9 leivistä oli myös välttävän (m) raja-arvoja ylittäviä leipiä, 1+7, 1+8 ja 1+9 leivät olivat välttäviä. Vaikka 1+7 leivissä yksi ylitti huonon (M) raja-arvon niin muiden leipien osalta tämän päivän leivät katsotaan välttäviksi, sillä kyseessä voi olla satunnainen kontaminoituminen, joka on huomioitu kokonaisuutta tarkasteltaessa.

Tulosten perusteella voidaan todeta, että suojakaasulla on merkitystä koliformien kasvuun näissä leipäryhmissä.

Kuvassa 9 on esitetty metvursti- ja lihapullaleipien *B. cereuksen* määrät.



Kuva 9. Metvursti- ja lihapullaleipien tulokset *B. cereuksen* osalta.

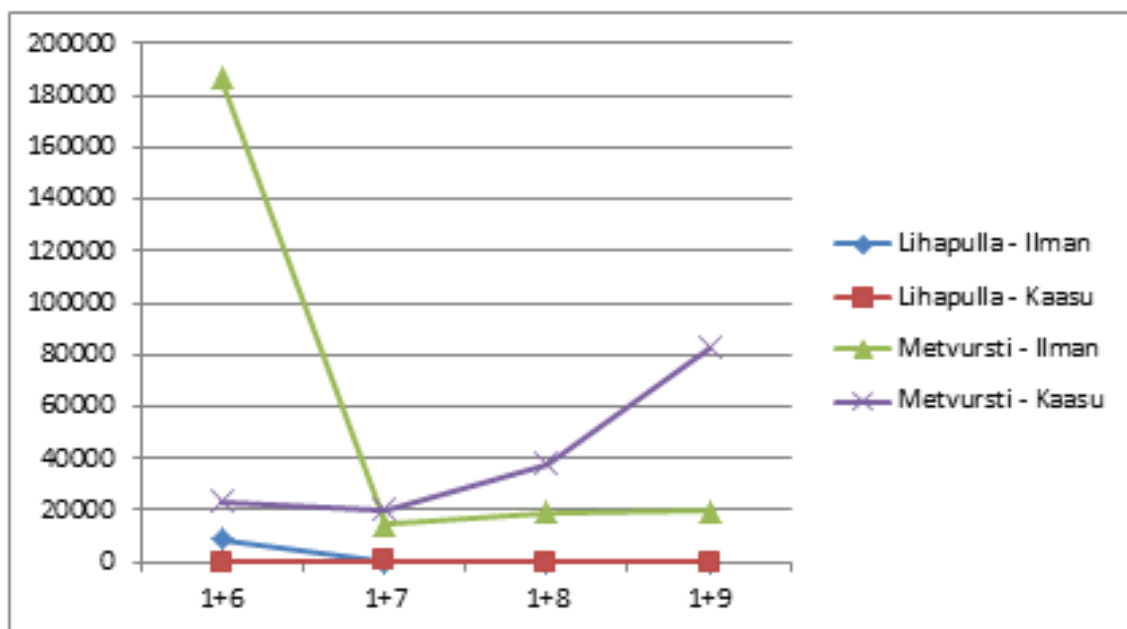
Metvurstileivissä kaasuun pakatuissa leivissä vasta 1+9 esiintyi *B. cereusta* ylittäen välttävän (m) raja-arvon, ja nämä leivät ovat välttäviä. Ilman kaasua pakatuissa 1+6 leivät olivat puhtaita ja 1+7 ja 1+8 leivissä molemmissa oli yhdet leivät, joiden arvot sivusivat välttävän (m) raja-arvoa. Näitä voidaan pitää hyvinä. Vasta 1+9 leivissä kahdessa ylittyi ja yhdessä sivuttiin välttävän (m) raja-arvoa. Nämä leivät olivat välttäviä.

Lihapullaleivissä oli selvästi enemmän *B. cereusta* kuin metvurstileivissä. Lihapullaleivissä kaasuun pakatuissa oli moninkertaisesti enemmän *B. cereusta* kuin ilman kaasua pakatuissa. Lihapulla leivistä kaasuun pakatuissa kahdeksan leipää ylitti huonon (M) raja-arvon ja loput ylittivät välttävän (m) raja-arvon. Tämän perusteella kaikkia kaasuun pakatut olivat huonoja. Ilman kaasua pakatuissa 1+6 leivissä vain yhden arvo sivuutti välttävän (m) raja-arvoa. Nämä leivät olivat hyviä. 1+7 ja 1+9 leivissä yksi ylitti välttävän (m) raja-arvon ja yksi ylitti huonon (M) raja-arvon. Näitä voidaan pitää huonoina. 1+8 leivissä kaksi leipää ylitti välttävän (m) raja-arvon. Näitä voidaan pitää välttävinä.

Metvurstileivissä kaasulla oli merkitystä kun taas lihapullaleivissä kaasulla ei ollut merkitystä *B. cereuksen* kasvuun leivissä. Lihapullaleivissä esiintyi paljon *B. cereusta* ja kaasuun pakatuissa oli selvästi enemmän. Lihapullaleipien kohdalla suojakaasulla

näyttää olevan *B. cereus*ta suosivat olosuhteet tai sitten pakkauksen yhteydessä on mahdollisesti tapahtunut jotain, mikä aiheuttaa tämän eron.

Kuvassa 10 on esitetty metvursti- ja lihapullaleipien *S. aureuksen* määrät.



Kuva 10. Metvursti- ja lihapullaleipien tulokset *S. aureuksen* osalta.

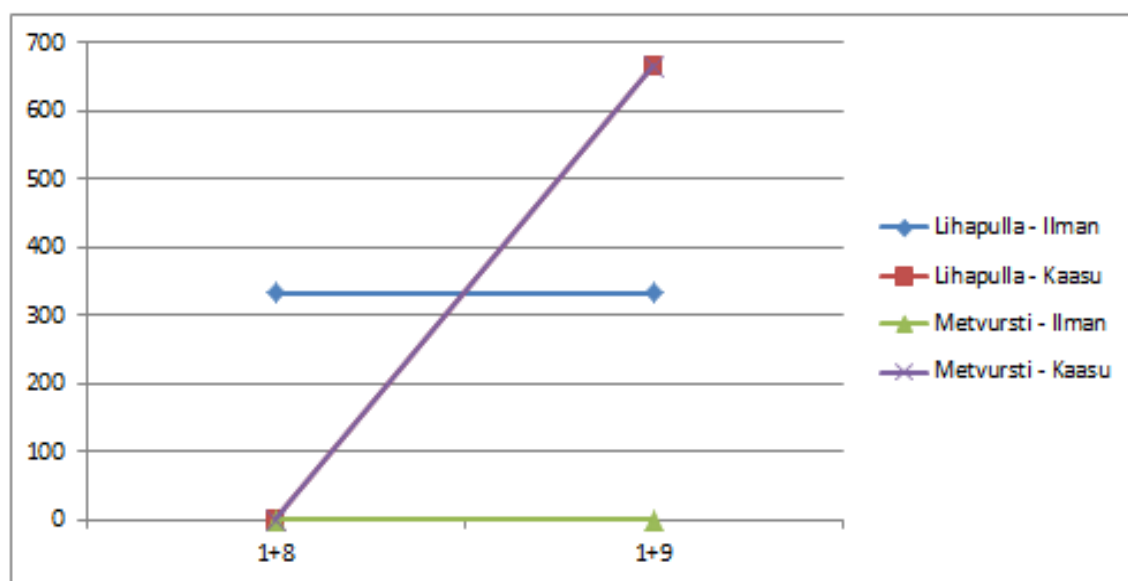
Kaikissa metvurstileivissä esiintyi *S. aureusta* reilusti yli huonon (M) raja-arvon. Kaasuun pakatuissa oli suuremmat määrät kuin ilman kaasua pakatuissa. Kaikki metvurstileivät olivat huonoja *S. aureuksen* osalta.

Lihapullaleivissäkin monessa esiintyi *S. aureusta*, mutta selvästi pienempiä määriä kuin metvurstileivissä. Kaasuun pakatuissa 1+6 leivissä kahdessa sivuutettiin välttävän (m) raja-arvoa, 1+7 leivissä yhdessä sivuutettiin ja kahdessa ylitettiin välttävän (m) raja-arvoa, 1+8 leivissä yhdessä ylitettiin välttävän (m) raja-arvo ja 1+9 leivissä ei esiintynyt *S. aureusta*. Kaasuun pakatuista 1+6 leivät olivat hyviä, 1+7 ja 1+8 leivät välttäviä ja 1+9 leivät näyttävät olevan myös hyviä. Ilman kaasua pakatuissa kahdeksassa esiintyi *S. aureusta*, joista 1+6 yhdessä sivuutettiin ja yhdessä ylitettiin välttävän (m) raja-arvo ja yhdessä ylitettiin moninkertaisesti huonon (M) raja-arvo. 1+7 leivissä kahdessa sivuutettiin välttävän (m) raja-arvoa yhden ollessa puhdas. 1+8 ja 1+9 leivissä kolmessa leivässä sivuutettiin välttävän (m) raja-arvoa. Leivistä 1+6 olivat välttäviä sillä yhden yksittäisen leivän poikkeavan suuri mikrobimäärä kuvaa satunnaisuutta eikä välttämät-

tä tarkoita että koko erä on huonoa. Muut leivät voidaan katsoa olevan hyviä arvojensa puolesta *S. aureuksen* suhteen.

Metvurstileipien kohdalla suojakaasu näyttää antavan *S. aureukselle* etua kasvun suhteen kun taas lihapulla leivissä kaasu näyttää hillitsevän jonkin verran kasvua, erot eivät olleet suuria. Suojakaasulla ei näytä olevan suusta merkitystä *S. aureuksen* kasvun hillitsemiseen.

Kuvassa 11 on esitetty metvursti- ja lihapullaleipien *L. monocytogenesin* määrät.



Kuva 11. Metvursti- ja lihapullaleipien tulokset *L. monocytogenesin* osalta.

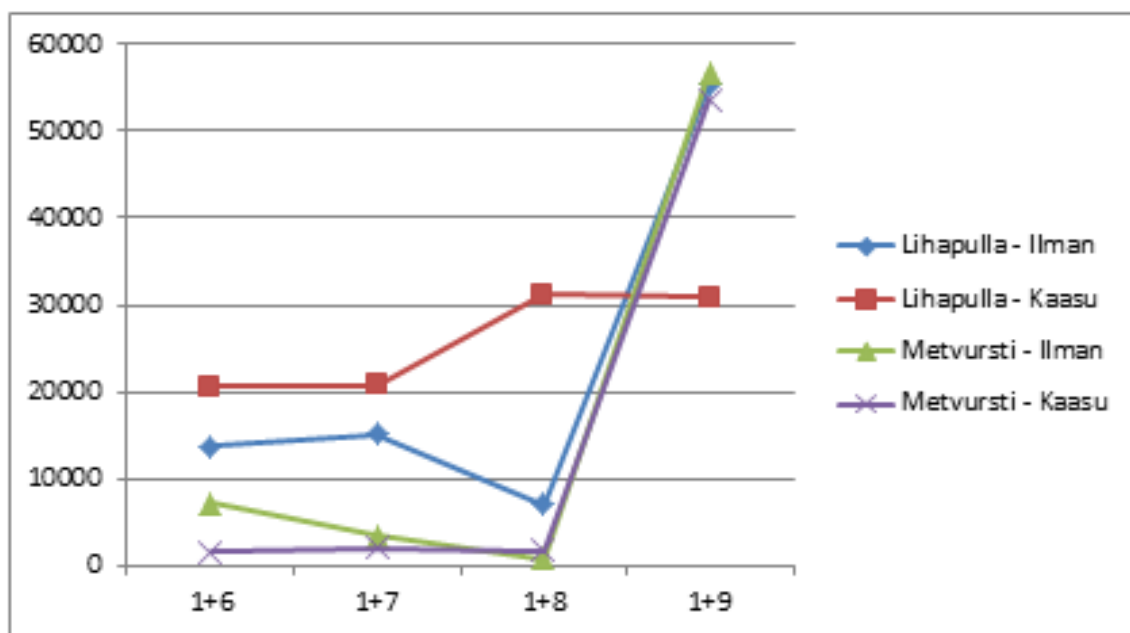
L. monocytogenes määritettiin vain 1+8 ja 1+9 päivinä. Kaasuun pakatuissa metvurstileivissä 1+8 päivänä ei esiintynyt *L. monocytogenesiä* ja 1+9 päivänä yhdessä leivässä ylitettiin huonon (M) raja-arvo. Ilman kaasua pakatuissa metvurstileivissä sitä ei esiintynyt lainkaan. Metvurstileipiä voidaan pitää hyvänä, koska yhden leivän poikkeuksellisen suuri arvo voi olla seurausta kyseisen yksittäisen leivän erillisestä kontaminoitumisesta.

Kaasuun pakatuissa lihapullaleivissä 1+8 leivissä ei ollut *L. monocytogenesiä* ja 1+9 leivissä kahden leivän arvot ylittivät huonon (M) raja-arvon. Ilman kaasua pakatuissa lihapullaleivistä 1+8 ja 1+9 leivistä löytyi yhden huonon (M) raja-arvon ylittävät leivät. Kaasuun pakatuista lihapullaleivistä 1+8 leivät olivat hyviä ja 1+9 leivät olivat huonoja.

Ilman kaasua pakatut olivat jo huonoja, koska molempina päivinä esiintyi huonon (M) raja-arvon ylityksiä, näitä pidetään huonoina.

Metvurstileivissä ei ollut merkitystä, oliko leivät pakattu suojakaasuun vai ei. Lihapulla-leivissä oli huomattavissa pientä eroa kaasuun ja ilman kaasua pakattujen välillä. Lihapullaleipien tulosten perusteella voi todeta että kaasulla on merkitystä *L. monocytogenes* kasvuun.

Kuvassa 12 on esitetty metvursti- ja lihapullaleipien kokonaismikrobien määrät.

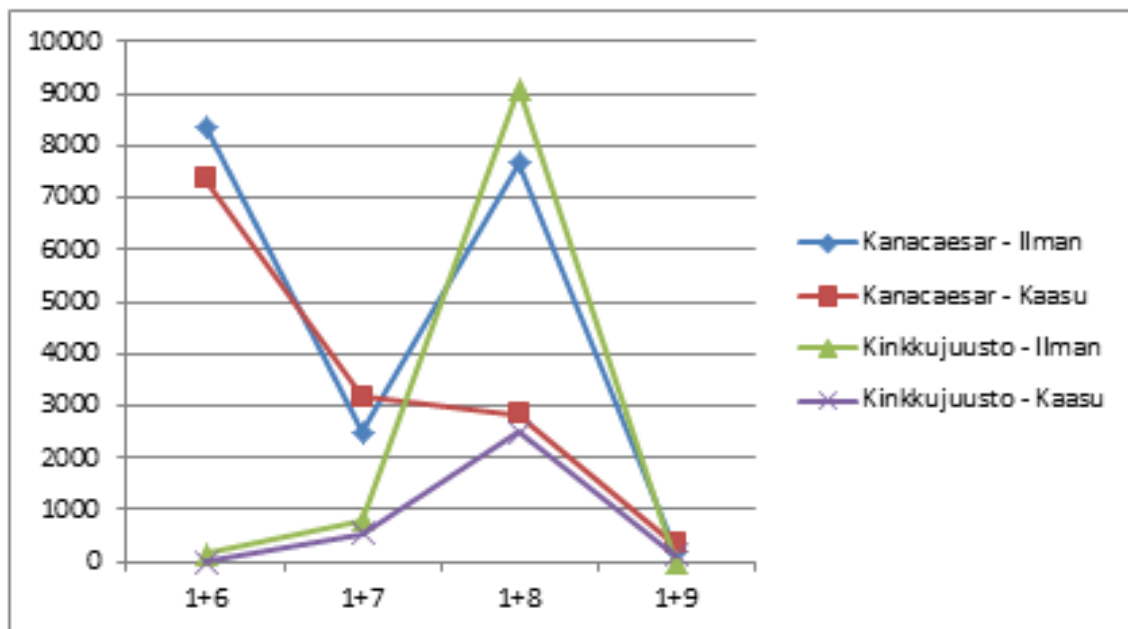


Kuva 12. Metvursti- ja lihapullaleipien tulokset kokonaismikrobien osalta.

Kaikissa metvursti- ja lihapullaleivissä arvot alittavat annetun välttävän (m) raja-arvon, joten sen perusteella kaikkia leipiä voi pitää hyvinä. Metvurstileipien osalta aluksi suojakaasu näyttää hillitsevän mikrobien kasvua mutta leipien iän lisääntyessä suojakaasun vaikutus heikkenee ja lopulta ei ole eroa kaasuun ja ilman kaasua pakatuissa metvurstileivissä. Lihapullaleivissä suojakaasu ei hillitse mikrobien kasvua, vaan näyttää, että kaasu lisää mikrobien määrää.

7.3 Kinkkujuusto- ja kanacaesarleivät

Kinkkujuusto- ja kanacaesarleivistä ei löytynyt *E. colia* mutta koliformeja löytyi jonkin verran. Kuvassa 13 on esitetty kinkkujuusto- ja kanacaesarleipien koliformien määrät.



Kuva 13. Kinkkujuusto- ja kanacaesarleipien tulokset koliformien osalta.

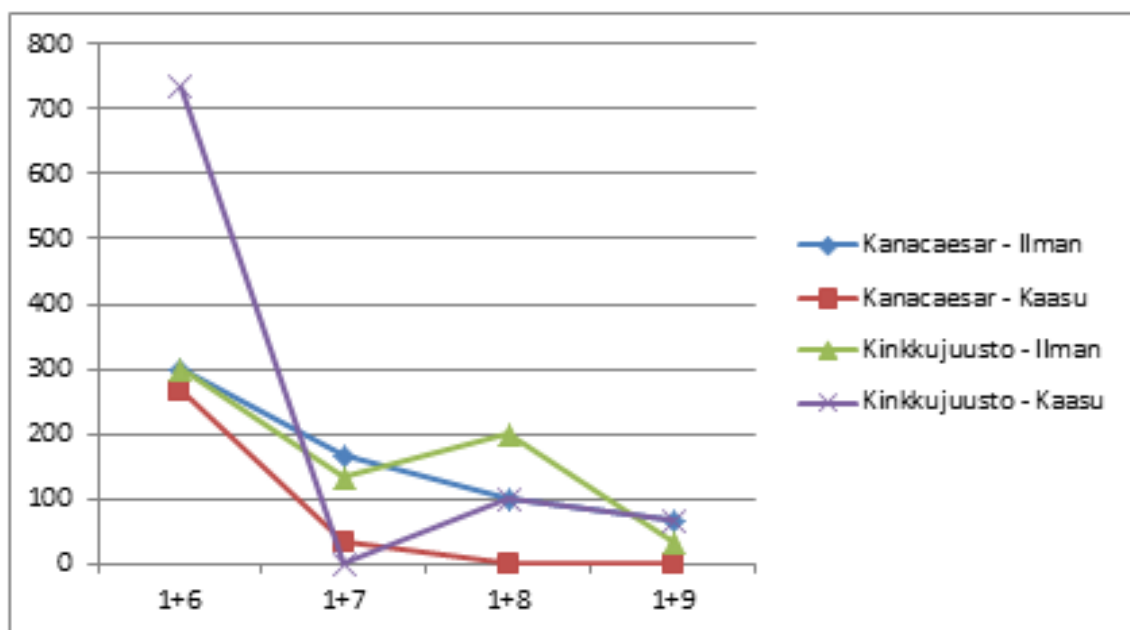
Kinkkujuustoleivissä oli vähemmän leipiä, joissa esiintyi koliformeja ja niiden arvot olivat myös pienemmät kuin kanacaesarleivissä. Molemmissa leivissä kaasuun pakatuissa oli vähemmän koliformeja kuin ilman kaasua pakatuissa.

Kaasuun pakatuissa kinkkujuustoleivissä vain 1+6 leivät olivat puhtaita, 1+7 leivistä yhden leivän arvo ylitti välttävän (m) raja-arvon reilusti ja yhden ylitti huonon (M) raja-arvon, 1+8 leivissä kahden arvot ylittivät huonon (M) raja-arvon ja 1+9 leivissä kahden arvot ylittivät välttävän (m) raja-arvon. Näistä 1+6 leivät olivat hyviä, 1+7 ja 1+8 leipiä pidetään huonoina ja 1+9 leivät menevät vielä välttävästä. Ilman kaasua pakatuissa kinkkujuustoleivissä 1+6 leivistä yhden arvot ylittivät välttävän (m) raja-arvon, 1+7 leivistä yhden arvo ylitti välttävän (m) ja kahden arvot ylittivät huonon (M) raja-arvon, 1+8 leivissä kaikkien arvot ylittivät huonon (M) raja-arvon ja 1+9 leivissä kahden arvot ylittivät huonon (M) raja-arvon yhden ollen puhtas. Ilman kaasua pakatuista kinkkujuustoleivistä 1+6 leivät olivat välttäviä, kun loput leivät olivat huonoja.

Kaasuun ja ilman kaasua pakatuista kanacaesarleivistä suurimman osan arvot ylittivät huonon (M) raja-arvon loppujen ollessa välttäviä joka päivä. Näin ollen kaikki leivät olivat huonoja.

Tulosten perusteella voidaan todeta että suojakaasulla on merkitystä koliformien kasvuun. Kaikissa niissä leivissä, joissa koliformeja esiintyi, arvot ylittivät raja-arvot. Kanacaesarleivissä oli huomattavasti suuremmat arvot kuin kinkkujuustoleivissä.

Kuvassa 14 on esitetty kinkkujuusto- ja kanacaesarleipien *B. cereuksen* määrät.



Kuva 14. Kinkkujuusto- ja kanacaesarleipien tulokset *B. cereuksen* osalta.

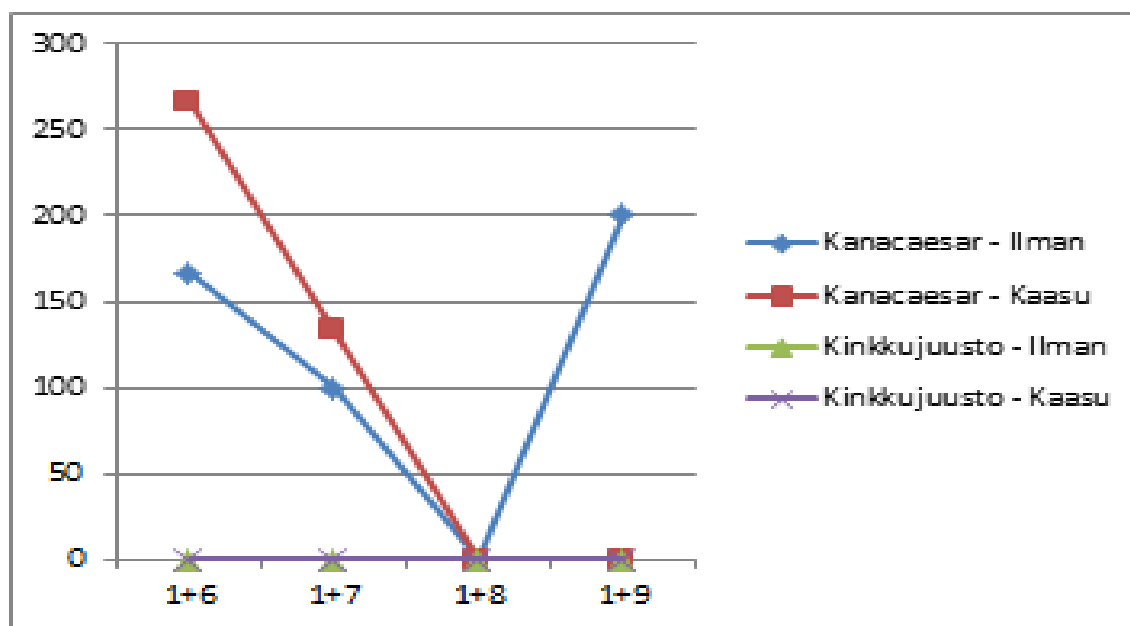
Aluksi kinkkujuustoleivissä näyttää siltä, että kaasuun pakatuissa kasvaa enemmän *B. cereusta* kuin ilman kaasua pakatuissa. 1+7 päivästä eteenpäin tilanne muuttui ja kaasuun pakatuissa oli useita leipiä, joiden arvot sivusivat välttävän (m) raja-arvoa, kun ilman kaasua pakatuissa arvot olivat useimmiten jonkin verran yli välttävän (m) raja-arvon. Kaikki kinkkujuustoleivät olivat välttäviä.

Kanacaesarleipien suhteen kaasuun pakatuissa alkupään leivissä esiintyi *B. cereusta* ja lopuksi *B. cereusta* ei esiintynyt ollenkaan. Kaasuun pakatuista 1+6 leivissä kaikkien leipien arvot ylittivät välttävän (m) raja-arvon, 1+7 leiväistä yhden arvo ylitti välttävän (m) raja-arvon ja 1+8 ja 1+9 leivistä ei löytynyt *B. cereusta*. Kaasuun pakatuista 1+6 leivät olivat välttäviä ja loput olivat hyviä. Ilman kaasua pakatuissa *B. cereusta* esiintyi

tasaisesti kaikkina päivinä ja arvot ylittivät pääsääntöisesti välttävän (m) raja-arvot. Ilman kaasua pakatut kanacaesar leivät olivat välttäviä *B. cereuksen* osalta.

Tulosten perusteella suojakaasulla on merkitystä *B. cereuksen* kasvuun.

Kuvassa 15 on esitetty kinkkujuusto- ja kanacaesarleipien *S. aureuksen* määrät.

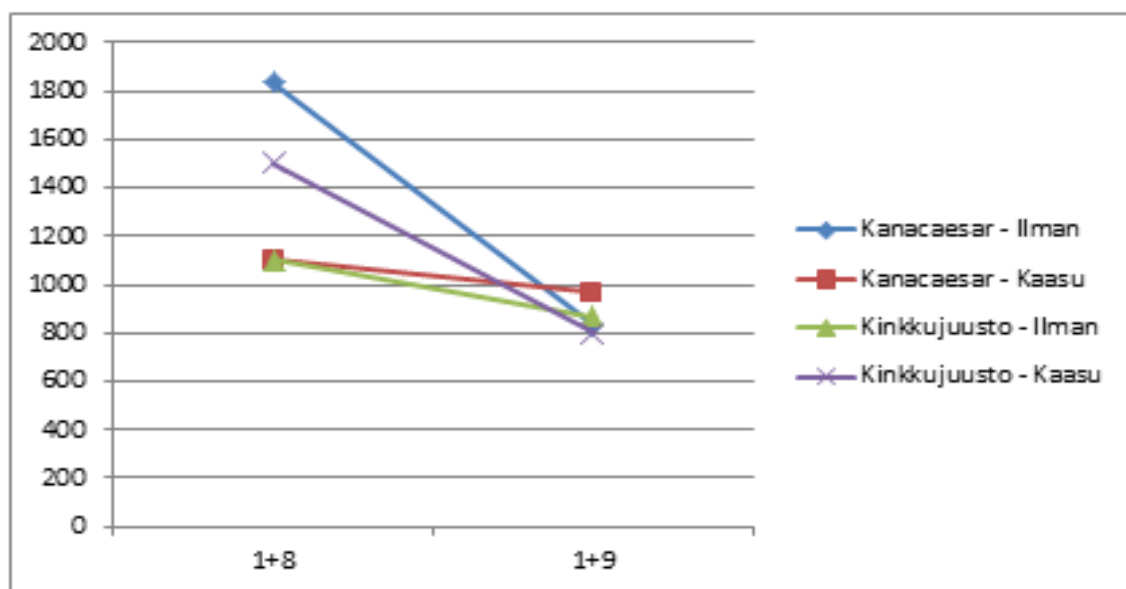


Kuva 15. Kinkkujuusto- ja kanacaesarleipien tulokset *S. aureuksen* osalta.

Kinkkujuustoleivissä ei esiintynyt ollenkaan *S. aureusta*. Kaikki kinkkujuustoleivät olivat hyviä. Kanacaesarleivissä aluksi kaasuun pakattujen leipien arvot ovat suuremmat kuin ilman kaasua pakatuissa. Kaasuun pakatuissa 1+6 leipien arvot ylittivät välttävän (m) raja-arvot, 1+7 leivissä kahden leivän arvot ylittivät välttävän (m) raja-arvon yhden ollessa puhdas. 1+8 päivän leivissä ei esiintynyt *S. aureusta* ja 1+9 päivän leivistä kahden näytteet ylittivät välttävän (m) raja-arvon yhden ollessa puhdas. Ilman kaasua pakatuissa 1+6 ja 1+7 leivissä kahden leivän arvot ylittivät välttävän (m) raja-arvon kolmannen leivän ollessa puhdas, 1+8 leivissä ei esiintynyt *S. aureusta* ja 1+9 leivissä kahden arvot sivusivat välttävän (m) raja-arvoa. Kanacaesarleivistä 1+6, 1+7 ja 1+9 leivät olivat välttäviä ja välissä olevat 1+8 leivät olivat hyviä. Näitä tuloksia katsellessa täytyy muistaa, että joka näytteeseen otettiin aina uusi leipä avaamattomasta paketista.

Tulosten perusteella voidaan todeta että aluksi suojakaasu tuntuu edesauttavan *S. aureuksen* kasvua ja ajan myötä tilanne muuttuu päinvastaiseksi. Vaikuttaa siltä että suojakaasulla ei ole hillitsevää vaikutusta *S. aureuksen* kasvuun.

Kuvassa 16 on esitetty kinkkujuusto- ja kanacaesarleipien *L. monocytogenesin* määrät.



Kuva 16. Kinkkujuusto- ja kanacaesarleipien tulokset *L. monocytogenesin* osalta.

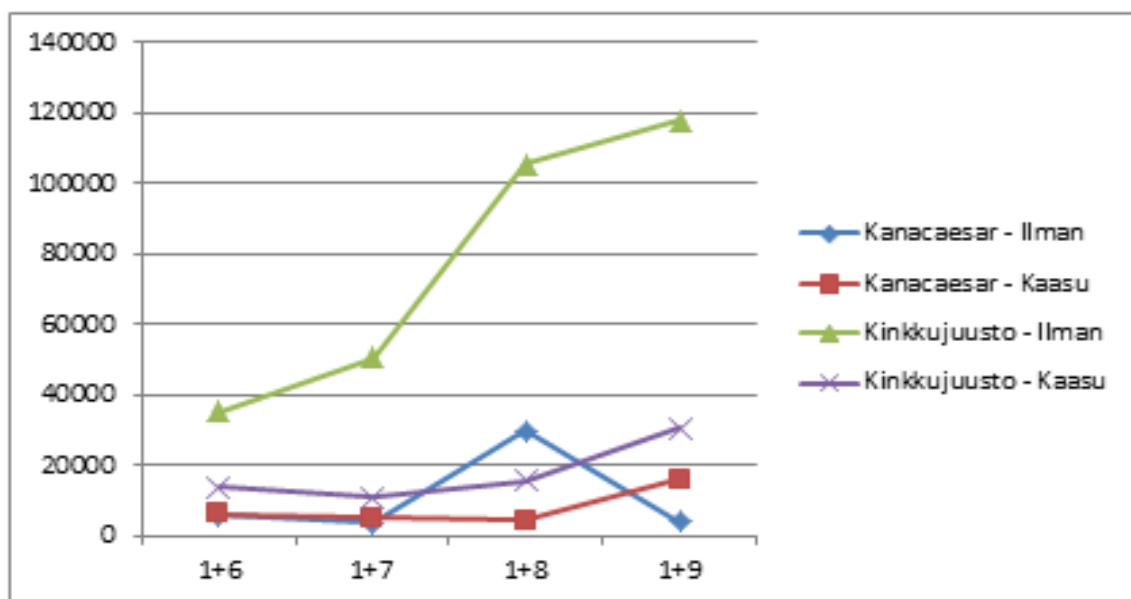
L. monocytogenes määritettiin vain 1+8 ja 1+9 päivinä. Kinkkujuustoleivissä 1+8 päivän leivissä kaasuun pakatuissa oli havaittavissa enemmän *L. monocytogenesiä* kuin ilman kaasua pakatuissa. 1+9 päivän kohdalla tilanne kääntyi toisin päin. Molempien kinkkujuustoleipien 1+8 leivät ylittivät huonon (M) raja-arvon ollen huonoja ja 1+9 leivissä kaasuun pakatuissa kaikkien arvot jäivät alle huonon (M) arvon ollen välttäviä ja ilman kaasua pakatuissa kahden arvot jäivät alle huonon (M) raja-arvon ja yhden ylittäessä huonon (M) raja-arvon nämä kaikki ilman kaasua pakatut voidaan katsoa huonoiksi koska kahden arvot olivat niin lähellä huonon (M) raja-arvoa yhden ylittäessä samaisen raja-arvon reilusti.

Kanacaesarleivissä 1+8 leivissä kaasuun pakatuissa oli ensin pienemmät arvot ja 1+9 päivän kohdalla tilanne oli toisin päin. Kanacaesarleivissä kaasuun pakatuissa 1+8 leivissä yhden arvo ylitti välttävän (m) raja-arvon ja kahden arvot ylittivät huonon (M) raja-arvon. 1+9 leivissä kahden leivän arvot oli hieman alle huonon (M) raja-arvon yhden ylittäessä sen. Ilman kaasua pakatuissa 1+8 leipien kaikki arvot ylittivät huonon

(M) raja-arvon ja 1+9 leivissä kahden leivän arvot ylittivät välttävän (m) ja yksi ylitti huonon (M) raja-arvon. Molemmat kanacaesarleivät olivat huonoja *L. monocytogenes* osalta.

Tulosten perusteella ei voi todeta että suojakaasulla olisi suurempaa merkitystä *L. monocytogenes* kasvuun.

Kuvassa 17 on esitetty kinkkujuusto- ja kanacaesarleipien kokonaismikrobien määrä.



Kuva 17. Kinkkujuusto- ja kanacaesarleipien tulokset kokonaismikrobimäärien osalta.

Kinkkujuustoleivissä kokonaismikrobien määrät olivat kaikissa ilman kaasua pakatuissa leivissä suuremmat kuin kaasuun pakatuissa. Kanacaesarleivissä 1+6, 1+7 ja 1+8 leivissä kaasuun pakatuissa oli pienemmät kokonaisbakteeri määrät kuin ilman kaasua pakatuissa ja 1+9 leivissä tilanne vaihtui ja ilman kaasua pakatuissa oli pienemmät määrät. Kinkkujuustoleivistä kaikki kaasuun pakatut alittivat välttävän (m) raja-arvon ollen hyviä. Ilman kaasua pakatuista 1+6 ja 1+7 leivät alittivat välttävän (M) raja-arvon ja 1+8 ja 1+9 leivät ylittivät tämän raja-arvon, olleen välttäviä. Kaikkien kanacaesarleipien arvot jäivät alle välttävän (m) raja-arvon ollen hyviä.

Tulosten perusteella suojakaasulla on merkitystä kokonaismikrobien kasvuun.

8 Osittainen aistinvarainen arviointi

Yritys teki omissa tiloissaan varsinaisen aistinvaraisen arvioinnin, joten tässä työssä leivät arvioitiin näytteiden valmistelun yhteydessä ulkonäön ja tuoksun perusteella. Pakkausten avauksen yhteydessä arvioitiin leipien tuoksu. Kaasuun ja ilman kaasua pakattujen leipien tuoksua verrattiin keskenään sekä edellisen päivän vaikutelmaan. Tämän jälkeen leipiä verrattiin myös ulkonäöllisesti. Täytteiden raaka-aineita tutkittiin tarkemmin ja vertailtiin keskenään sekä edellisen päivän vaikutelmaan

Tässä työssä 1+6 leipiä ei ole pystytty vertaamaan vastaavaan tuoreeseen tuotteeseen verrokki-leipien puuttuessa. 1+6 leipiä on arvioitu vertaamalla näitä siihen, miltä virheettömän leivän tulisi näyttää ja miltä sen tulisi tuoksua. Muiden päivien leipiä on verrattu aina edellisen päivän leipiin.

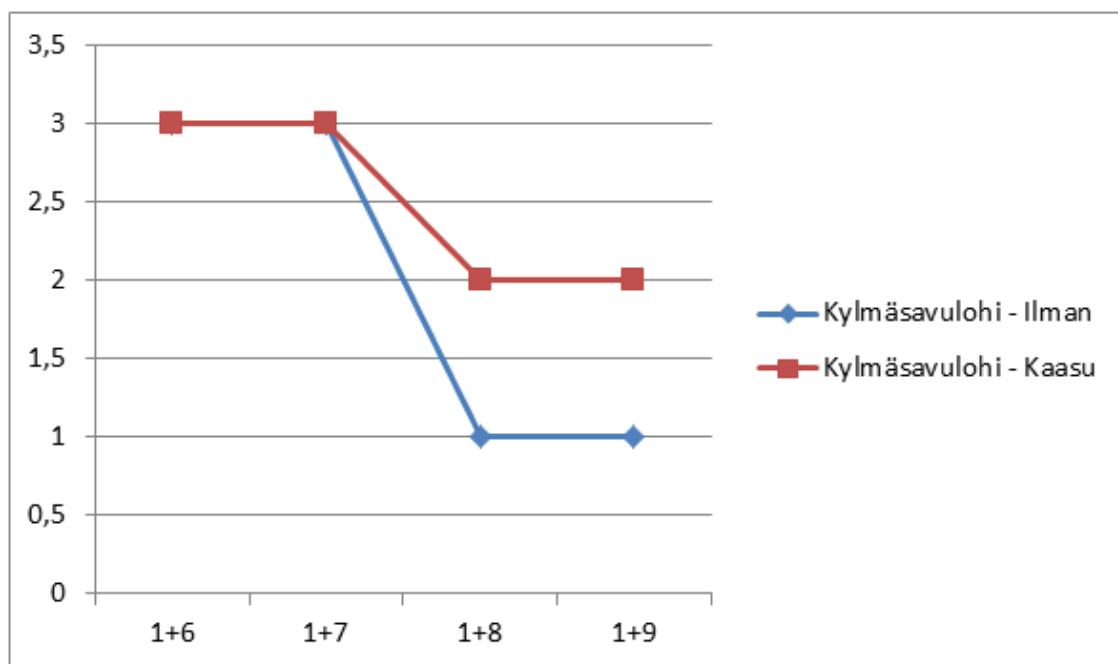
Leipiä on arvioitu asteikolla:

- 5=erittäin hyvä
- 4= hyvä
- 3=tyytyttävä
- 2=huono
- 1=erittäin huono.

Lisäksi leipiä on arvioitu sanallisesti.

8.1 Kylmäsavulohileivät

Kuvassa 18 on esitetty kylmäsavulohileipien aistinvaraisen arvioinnin tulokset.



Kuva 18. Osittaisen aistinvaraisen arvioinnin tulokset kylmäsavulohileiville.

Leivät 1+6: Molempien leipien tuoksu oli ihan hyvä. Päällisin puolin tarkasteltuna leivissä ei näkynyt ulkonäöllisesti eroavaisuuksia. Molemmat näyttivät hyviltä. Lähemmin tarkasteltuna voi todeta että salaatti oli molemmissa nahistunut, sipuli vettyneen oloinen, kananmuna kuivahtanut mutta kala näytti hämmästyttävän hyvältä. Ei eroa oliko leipä pakattu kaasuun vai ei. Molempien leipien kunto arvioitiin tyydyttäväksi.

Leivät 1+7: Molempien leipien tuoksu oli vielä ihan hyvä. Aavistus oli eroa tuoksussa kaasuun pakatun ja ei kaasuun pakatun välillä. Ilman kaasua pakatussa kalan haju erottui lievästi huonompana. Kaasuun pakatussa oli hieman raikkaampi tuoksu. Päällisin leivät puolin näyttivät hyvältä. Lähempi tarkastelu osoitti että molemmissa salaatti oli nahistuneempaa kuin edellisenä päivänä, muuten ei eroa edellisen päivän leipiin. Kala näytti edelleen hyvältä. Ei merkittävää eroa, oliko pakattu kaasuun vai ei. Molempien leipien kunto arvioitiin tyydyttäväksi.

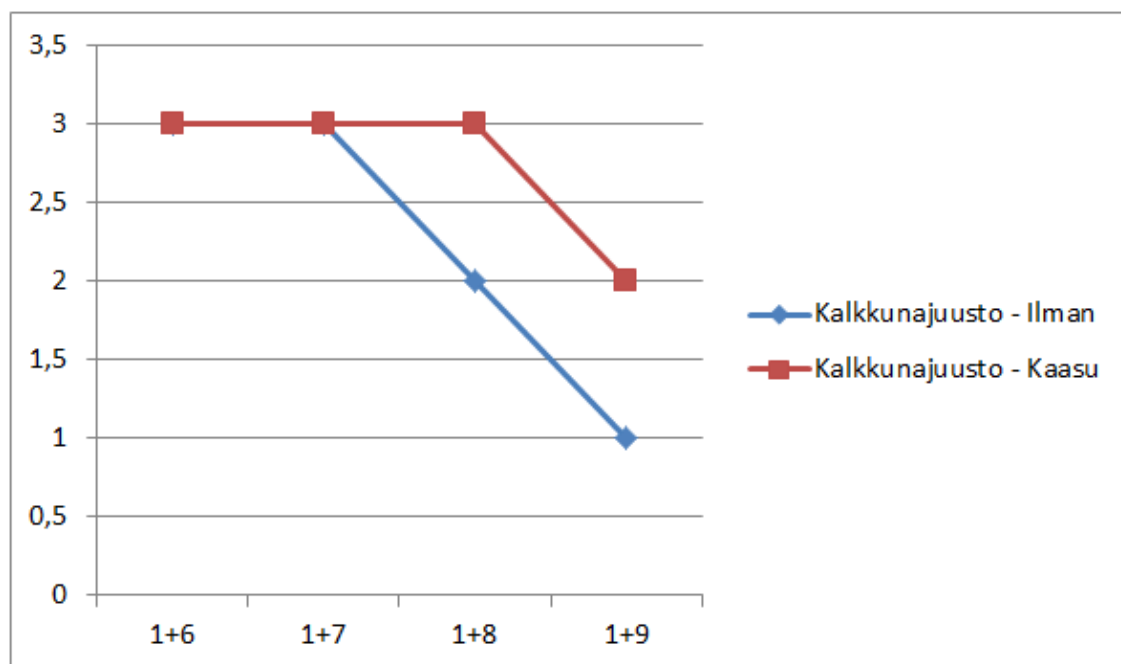
Leivät 1+8: Molempien leipien tuoksu oli kohtalaisen hyvä. Ilman kaasua pakatun tuoksussa oli voimakkaampi sipulin tuoksu. Mahdollisesti kaasun puuttuminen tuo sipulin tuoksun voimakkaammin esille mikrobitoiminnan lisääntyessä. Ulkonäöllisesti tarkasteltuna molemmissa leivissä salaatti oli nahistunutta, kalan väri alkanut leviämään muihin raaka-aineisiin ja sipuli oli vetisempää. Ilman kaasua pakatuissa leivissä esiintyi limaisuutta salaatin ja kalan välissä mitä ei ollut nähtävissä kaasuun pakatuissa. Eroavai-

suus kaasuun ja ilman kaasua pakattujen leipien välillä alkoi näkyä kaasuun pakatun eduksi. Kaasuun pakattujen leipien kunto arvioitiin huonoiksi ja ilman kaasua pakattujen leipien kunto erittäin huonoiksi.

Leivät 1+9: Molempien leipien tuoksu menetteli, mutta niissä oli voimakkaampi sipulin tuoksu kuin edellispäivien leivissä. Sipuli tuoksui molemmissa voimakkaammin. Lähemmin tarkasteltuna voi todeta että salaatti oli molemmissa leivissä nahistunut, limaisuutta salaatissa, sipuli vettyneempää, kananmuna kuivahtanut ja kala värjäännyt muut raaka-aineet punaisiksi. Ilman kaasua pakatuissa oli enemmän limaisuutta ja hieman tunkkaisempi tuoksu. Pientä eroavaisuutta oli havaittavissa kaasuun ja ilman kaasua pakattujen leipien välillä kaasuun pakatun eduksi. Kaasuun pakattujen leipien kunto arvioitiin huonoiksi ja ilman kaasua pakattujen leipien kunto erittäin huonoiksi.

8.2 Kalkkunajuustoleivät

Kuvassa 19 on esitetty kalkkunajuustoleipien aistinvaraisen arvioinnin tulokset.



Kuva 19. Osittaisen aistinvaraisen arvioinnin tulokset kalkkunajuustoleiville.

Leivät 1+6: Molempien leipien tuoksu oli leivissä hyvä. Ulkonäöllisesti leivät näyttivät hyviltä. Lähemmin tarkasteltuna voi todeta, että salaatti oli hieman nahistunut. Muut

raaka-aineet näyttivät hyviltä. Ei eroa, oliko leivät pakattuna kaasuun vai ei. Molempien leipien kunto arvioitiin tyydyttäväksi.

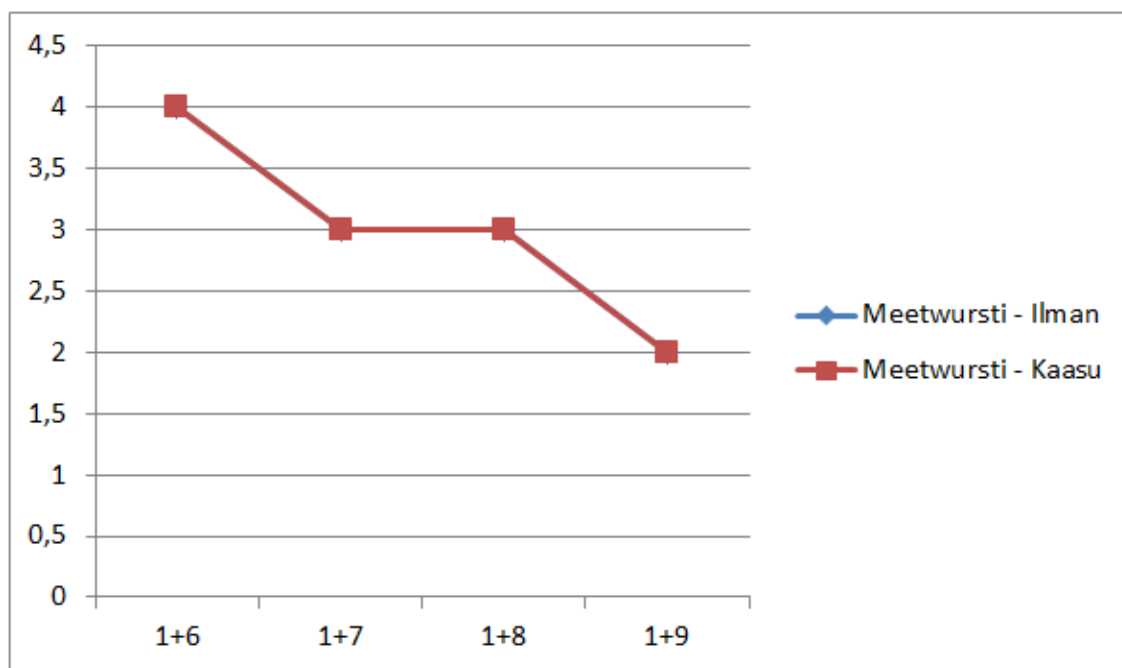
Leivät 1+7: Molempien leipien tuoksu oli edelleen hyvä. Kaasuun pakatussa oli raikkaampi tuoksu ja eri tuoksut erottuivat paremmin. Ilman kaasua pakatuissa oli aavistuksen laimeampi tuoksu. Päällisin puolin näytti hyvältä. Lähemmin tarkasteltuna voitetaan, että salaatti oli nahistuneempaa kuin edellisenä päivänä. Muuten kaikki näytti hyvältä. Ei merkittävää eroa kaasuun pakattujen ja ilman kaasua pakattujen välillä. Molempien leipien kunto arvioitiin tyydyttäväksi.

Leivät 1+8: Molempien leipien tuoksu oli melko hyvä mutta laimeampi kuin edellisinä päivinä. Ilman kaasua pakatuissa oli laimeampi tuoksu kuin kaasuun pakatuissa. Molemmissa leivissä oli kalkkunassa havaittavissa kuivumista, juustossa sulatusjuustomaista rakennetta ja paprika alkanut värjäämään muita raaka-aineita. Ilman kaasua pakatuissa juusto oli enemmän muuttunut sulatusjuustomaiseksi. Hienoinen ero kaasuun ja ilman kaasua pakattujen välillä on havaittavissa kaasuun pakatun eduksi. Kaasuun pakattujen leipien kunto arvioitiin edelleen tyydyttäväksi kun ilman kaasua pakattujen leipien kunto arvioitiin huonoksi.

Leivät 1+9: Molempien leipien tuoksu oli melko hyvä mutta selvästi laimeampi kuin edellispäivien leivissä. Ilman kaasua pakatuissa oli selvästi laimeampi tuoksu kuin kaasuun pakatuissa. Molemmissa leivissä juusto oli muuttunut sulatejuustomaiseksi ja raaka-aineet eivät irronneet toisistaan rikkoutumatta. Ilman kaasua pakatuissa leivissä juusto oli muuttunut enemmän sulatejuustomaiseksi ja raaka-aineet rikkoutuivat herkemmin erotettaessa niitä toisistaan. Lievä ero oli nähtävissä kaasuun ja ilman kaasua pakattujen leipien välillä kaasuun pakatun eduksi. Kaasuun pakattujen leipien kunto arvioitiin huonoksi kun ilman kaasua pakattujen leipien kunto arvioitiin erittäin huonoksi.

8.3 Metvurstileivät

Kuvassa 20 on esitetty metvurstileipien aistinvaraisen arvioinnin tulokset.



Kuva 20. Osittaisen aistinvaraisen arvioinnin tulokset metvurstileiville.

Leivät 1+6: Molemmat leivät tuoksuivat voimakkaasti metvurstille. Päällisin puolin näytti hyvältä. Lähemmin tarkasteltuna voi todeta, että kaikki raaka-aineet näyttivät hyviltä, myös salaatti. Ei eroa kaasuun pakattujen ja ei kaasuun pakattujen välillä. Molempien leipien kunto arvioitiin hyväksi.

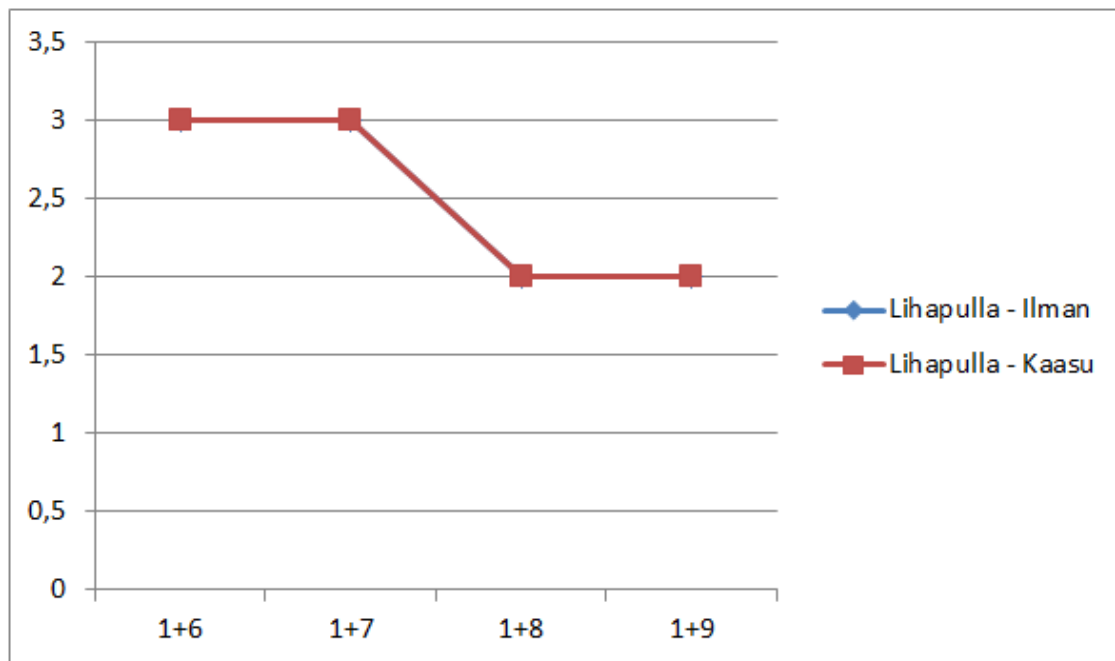
Leivät 1+7: Molemmat leivät tuoksuivat voimakkaasti metvurstille. Päällisin puolin näytti hyvältä. Lähemmin tarkasteltuna voi todeta, että kaikki raaka-aineet näyttivät melko hyviltä. Pientä nahistumista oli havaittavissa salaatisissa ja suolakurkussa. Ei eroa kaasuun pakattujen ja ei kaasuun pakattujen leipien välillä. Molempien leipien kunto arvioitiin tyydyttäväksi.

Leivät 1+8: Molemmat leivät tuoksuivat edelleen voimakkaasti metvurstille. Päällisin puolin näytti hyvältä. Lähemmin tarkasteltuna voi todeta salaatin nahistuneen lisää ja suolakurkun kuivuneen lisää. Ei eroa kaasuun pakattujen ja ei kaasuun pakattujen leipien välillä. Molempien leipien kunto arvioitiin tyydyttäväksi.

Leivät 1+9: Molemmat leivät tuoksuivat edelleen voimakkaasti metvurstille. Päällisin puolin näytti hyvältä. Lähemmin tarkasteltuna voi todeta, että salaatti oli nahistuneempaa ja suolakurkku kuivempaa kuin edellisenä päivänä. Ei eroa kaasuun pakattujen ja ei kaasuun pakattujen välillä. Molempien leipien kunto arvioitiin huonoksi.

8.4 Lihapullaleivät

Kuvassa 21 on esitetty lihapullaleipien aistinvaraisen arvioinnin tulokset.



Kuva 21. Osittaisen aistinvaraisen arvioinnin tulokset lihapullaleiville.

Leivät 1+6: Molempien leipien tuoksu oli hyvä ja tuoksusta erottui lihapullan haju. Päällisin puolin leivät näyttivät hyvältä. Lähemmin tarkasteltuna majoneesi oli hieman kuivuneen näköistä reunoilta ja rukolasalaatti näytti huonolta. Koska ei ollut vertailukohdetta tuoreeseen tuotteeseen, ei voi sanoa kuinka paljon rukolasalaatti oli nahistunut. Rukolasalaatti on hieman nahistuneen oloinen salaatti alun perin. Ei eroa kaasuun ja ilman kaasua pakattujen leipien välillä. Molempien leipien kunto arvioitiin tyydyttäväksi.

Leivät 1+7: Molempien leipien tuoksu oli hyvä. Majoneesi oli hieman kuivuneen näköinen reunoilta, rukolasalaatti kuten edellisenä päivänä ja suolakurkuissa nähtävissä lievää kuivumista. Ei eroa kaasuun ja ilman kaasua pakattujen leipien välillä. Molempien leipien kunto arvioitiin tyydyttäväksi.

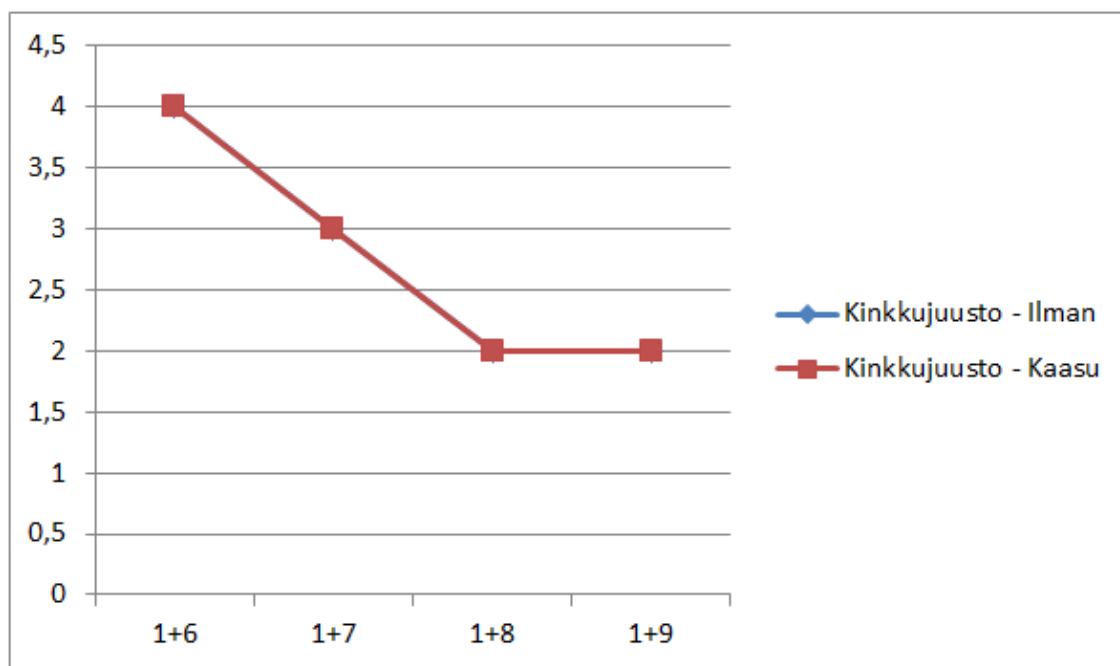
Leivät 1+8: Molempien leipien tuoksu oli edelleen yllättävän hyvä. Ulkonäköllisesti raaka-aineet ovat menneet huonompaan suuntaan. Majoneesi ja kurkku olivat kuivuneempia kuin edellisenä päivänä, rukolasalaatti oli selkeästi mennyt huonompaa suuntaan.

Ei eroa kaasuun ja ilman kaasua pakattujen välillä. Molempien leipien kunto arvioitiin huonoksi.

Leivät 1+9: Molempien leipien tuoksu oli edelleen yllättävän hyvä. Ulkonäöllisesti raaka-aineet ovat menneet huonommiksi kuin edellispäivän leivissä. Rukolasalaatti oli tummunut ja nahistunut, majoneesi oli kuivunutta reunoilta mutta lihapullat olivat kuten ensimmäisen päivän (1+6) leivissä. Ei juuri eroa kaasuun ja ei kaasuun pakattujen välillä. Molempien leipien kunto arvioitiin huonoksi.

8.5 Kinkkujuustoleivät

Kuvassa 22 on esitetty kinkkujuustoleipien aistinvaraisen arvioinnin tulokset.



Kuva 22. Osittaisen aistinvaraisen arvioinnin tulokset kinkkujuustoleiville.

Leivät 1+6: Molemmat leivät tuoksuivat hyvälle. Kinkun ja juuston tuoksut erottuivat. Päällisin puolin leivät näyttivät hyvältä. Lähemmin tarkasteltuna salaatti oli yllättävän hyvän näköistä verrattuna aikaisempien leipien salaatteihin, vain aavistuksen nahistunutta. Tomaatti oli kuivahtanut, kaasuttomassa ehkä hieman kuivuneemman oloinen. Ei eroa havaittavissa kaasuun ja ilman kaasua pakattujen leipien välillä. Molempien leipien kunto arvioitiin hyväksi.

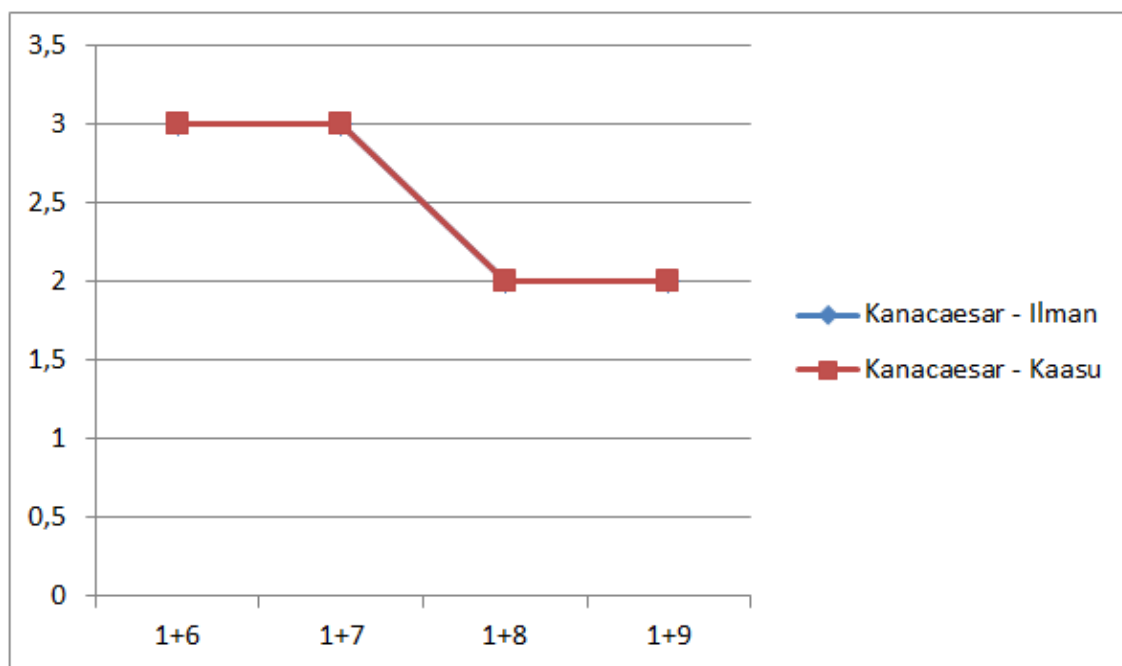
Leivät 1+7: Molemmat leivät tuoksuivat edelleen hyvälle. Tuoksu oli kaasuttomassa hieman laimeampi. Päällisin puoli näyttivät hyviltä. Lähemmin tarkasteltuna salaatti oli hieman nahistuneempaa kuin edellisen päivän leivissä. Tomaatti oli kuivahtanut ja kaasuttomassa ehkä aavistuksen kuivahtaneemman näköistä. Kinkku ja juusto näyttivät hyviltä. Ei juuri eroa kaasuun ja ilman kaasua pakattujen välillä. Molempien leipien kunto arvioitiin tyydyttäväksi.

Leivät 1+8: Molemmissa leivissä kohtalaisen hyvä tuoksu. Kaasuttomassa oli hieman laimeampi tuoksu. Päällisin puolin näytti hyvältä. Lähemmin tarkasteltuna salaatti oli nahistuneempaa ja tomaatti aavistuksen kuivuneempaa kuin edellisenä päivänä. Lisäksi kinkku ja juusto olivat tiukemmin kiinni toisissaan. Ei juuri eroa kaasuun ja ilman kaasua pakattujen välillä. Molempien leipien kunto arvioitiin huonoksi.

Leivät 1+9: Molempien leipien tuoksut olivat laimentuneet edellisestä päivästä, mutta ei voi sanoa vielä huonoksi. Kaasuttomassa leivässä oli hieman laimeampi tuoksu. Päällisin puolin näytti hyvältä. Lähemmin tarkasteltuna raaka-aineet olivat hieman liimautuneet toisiinsa mutta irtosivat toistaan ehjinä. Ei juuri eroa kaasuun ja ilman kaasua pakattujen välillä. molempien leipien kunto arvioitiin huonoksi.

8.6 Kanacaesarleivät

Kuvassa 23 on esitetty kanacaesarleipien aistinvaraisen arvioinnin tulokset.



Kuva 23. Osittaisen aistinvaraisen arvioinnin tulokset kanacaesarleiville.

Leivät 1+6: Molemmat leivät tuoksuivat hyvälle. Päällisin puolin ne näyttivät hyviltä. Lähemmin tarkasteltuna tomaatti oli kuivahtanut. Kaasuttomassa oli ehkä hieman kuivuneemman oloinen tomaatti. Ei eroa havaittavissa kaasuun ja ilman kaasua pakattujen leipien välillä. Molempien leipien kunto arvioitiin tyydyttäväksi.

Leivät 1+7: Molemmat leivät tuoksuivat edelleen hyvälle. Tuoksu oli kaasuttomassa hieman laimeampi. Päällisin puoli näyttivät hyviltä. Lähemmin tarkasteltuna tomaatti näytti kuivahtaneelta kuten edellisen päivän leivissä. Ei juuri eroa kaasuun ja ilman kaasua pakattujen leipien välillä. Molempien leipien kunto arvioitiin tyydyttäväksi.

Leivät 1+8: Molemmat leivät tuoksuivat edelleen kohtalaisen hyvältä. Tuoksu oli hieman laimeampi kaasuttomassa. Päällisin puolin näyttivät hyvältä. Lähemmin tarkasteltuna täyte oli hieman kuivunutta reunoilta ja tomaatti kuivahtanut. Ei juuri eroa kaasuun ja ei kaasuun pakattujen välillä. Molempien leipien kunto arvioitiin huonoksi.

Leivät 1+9: Molempien leipien tuoksut olivat laimentunut ja jäivät hieman leivän tuoksun alle. Päällisin puolin näytti vielä kohtalaisen hyvältä. Lähemmin tarkasteltuna leipä hajosi leipää avattaessa, täyte ja tomaatit olivat kuivahtaneet enemmän kuin edellisen päivän leivissä. Ei juuri eroa kaasuun ja ei kaasuun pakattujen välillä. Molempien leipien kunto arvioitiin huonoksi.

9 Yhteenveto

E. colia ei löytynyt yhdestäkään leivästä, mikä oli odotettavissa. Toimeksiantajan tuotteissa tavataan erittäin harvoin, jos ollenkaan, *E. colia*, mutta sen tutkiminen kuuluu ohjelmaan ja se tutkittiin muiden bakteerien ohella. Näin ollen *E. colin* suhteen ei voida sanoa, oliko suojakaasulla vaikutusta kasvuun vai ei.

Koliformeja löytyi kaikista leipäryhmistä niin kaasuun kuin ilman kaasua pakatuissa. Erityisesti kylmäsavulohileivissä koliformeja esiintyi kaikkina tutkimuspäivinä ja kaikissa leivissä yli annetun huonon (M) raja-arvon. Ilman kaasua pakatuissa arvot olivat selvästi suuremmat. Myös kanacaesarleivissä lähes kaikissa leivissä esiintyi koliformeja yli annetunhuonon (M) raja-arvon. Ilman kaasua pakatuissa oli selvästi suuremmat arvot. Muissa leivissä oli huomattavasti vähemmän koliformeja. Koliformien osalta on nähtävissä että ilman kaasua pakatuissa koliformien määrät olivat suuremmat per näyte. Suojakaasu hillitsee koliformien lisääntymistä kaasuun pakatuissa leivissä.

Taulukossa 6 on koottuna leipien luokitus hyviin ja huonoihin saatujen arvojen perusteella.

Taulukko 6. Leipien luokitettelu koliformien suhteen.

Tuote		koliformit			
		1+6	1+7	1+8	1+9
Kylmäsavulohi	kaasu	huono	huono	huono	huono
	ilman	huono	huono	huono	huono
Kalkkunaajuusto	kaasu	välttävä	välttävä	hyvä	hyvä
	ilman	hyvä	huono	huono	huono
Metvursti	kaasu	hyvä	hyvä	hyvä	hyvä
	ilman	hyvä	välttävä	hyvä	välttävä
Lihapulla	kaasu	hyvä	hyvä	hyvä	hyvä
	ilman	hyvä	välttävä	välttävä	välttävä
Kinkkujuusto	kaasu	hyvä	huono	huono	välttävä
	ilman	välttävä	huono	huono	huono
Kanacaesar	kaasu	huono	huono	huono	huono
	ilman	huono	huono	huono	huono

Koliformien osalta vain metvursti ja lihapullaleivät kaasuun pakattuina pysyivät hyvinä jokaisena tutkimuspäivänä. Ilman kaasua pakattuina samat leivät olivat 1+6 päivänä hyviä ja muina päivinä välttäviä. Tämä tukee käsitystä siitä, että suojakaasu hillitsee koliformien kasvua täytetyissä leivissä.

B. cereuksen pesäkkeet laskettiin ensimmäisen kerran 24 tunnin inkuboinnin jälkeen. Tämän jälkeen inkubointia jatkettiin toiset 24 tuntia, jonka jälkeen pesäkkeet laskettiin uudestaan. Joidenkin näytteiden kohdalla inkuboinnin jatkamisella ei ollut merkitystä kun taas toisten kohdalla *B. cereuksen* määrät kasvoivat huomattavasti.

B. cereus osoittautui hankalaksi arvioida, sillä sitä näytti löytyvän useammasta ilman kaasua pakatusta kuin kaasuun pakatusta, mutta kaasuun pakatuissa *B. cereuksen* arvot olivat selvästi suuremmat. Muun muassa kylmäsavulohi-, lihapulla- ja kinkkujuustoleivissä ilman kaasua pakatuissa oli pienemmät arvot kuin kaasuun pakatuissa. Kylmäsavulohi- ja kinkkujuustoleipien kohdalla aluksi ilman kaasua pakattujen leipien arvot olivat pienemmät kuin kaasuun pakattujen mutta leipien ikääntyessä tapahtui käänne ja arvot kääntyivät toisin päin, kaasuun pakatuissa oli pienemmät arvot. Lihapulla-leipien kohdalla vastaavaa ei tapahtunut. Muiden leipien kohdalla kaasuun pakatuissa oli pienemmät arvot kuin ilman kaasua pakatuissa. Tämän perusteella voidaan todeta, että osalla leivistä suojakaasusta on hyötyä *B. cereuksen* hillitsemiseksi ja toisten kohdalla siitä ei ole hyötyä.

Taulukossa 7 on koottuna leipien luokitus hyviin ja huonoihin saatujen arvojen perusteella.

Taulukko 7. Leipien luokitettelu *B. cereuksen* suhteen.

Tuote		B. cereus			
		1+6	1+7	1+8	1+9
Kylmäsavulohi	kaasu	välttävä	välttävä	huono	huono
	ilman	hyvä	hyvä	hyvä	huono
Kalkkunajuusto	kaasu	hyvä	hyvä	hyvä	hyvä
	ilman	hyvä	hyvä	hyvä	välttävä
Metvursti	kaasu	hyvä	hyvä	hyvä	välttävä
	ilman	hyvä	hyvä	hyvä	välttävä
Lihapulla	kaasu	huono	huono	huono	huono
	ilman	hyvä	huono	välttävä	huono
Kinkkujuusto	kaasu	välttävä	välttävä	välttävä	välttävä
	ilman	välttävä	välttävä	välttävä	välttävä
Kanacaesar	kaasu	välttävä	hyvä	hyvä	hyvä
	ilman	välttävä	huono	huono	huono

B. cereusta osalta kaasuun pakatut kalkkunajuustoleivät pysyivät hyvinä jokaisena tutkimuspäivinä. Ilman kaasua samat leivät olivat ilman kaasua pakattuina hyviä vielä 1+8 päivänä ja 1+9 päivänä ne olivat välttäviä. Metvurstileivissä molemmat kaasuun ja

ilman kaasua pakatut olivat hyviä 1+8 päivään asti mutta 1+9 päivänä välttäviä. *B. cereuksen* suhteen tilanne vaihteli jonkin verran kaasuun ja ilman kaasua pakattujen suhteen. Tämä tukee päätelmää, että ei voida suoraan sanoa että suojakaasulla olisi selvä hillitsevä vaikutus *B. cereuksen* kasvuun.

S. aureuksen pesäkkeet laskettiin ensimmäisen kerran 24 tunnin inkuboinnin jälkeen. Tämän jälkeen inkubointia jatkettiin toiset 24 tuntia, jonka jälkeen pesäkkeet laskettiin uudestaan. Ensimmäisen 24 tunnin jälkeen pesäkkeitä ei juuri ollut, mutta 48 tunnin inkuboinnin jälkeen pesäkkeet olivat laskettavissa.

S. aureusta esiintyi muissa paitsi kalkkunajuusto- ja kinkkujuustoleivissä. Kylmäsavulohileivistä löytyi yhden näytteet kaasuun ja ilman kaasua pakatuissa leivistä, joten ei eroa kaasuun pakkaamisella ja ilman kaasua pakkaamisella. Metvurstileivissä *S. aureuksen* arvot ylittivät raja-arvot selvästi. Aluksi kaasuun pakatuissa oli pienemmät arvot kuin ilman kaasua pakatuissa mutta 1+7 leipien kohdalla tilanne muuttui toisin päin. Lihapulla- ja kanacaesarleivissä oli aluksi ilman kaasua pakatuissa suuremmat arvot kuin ilman kaasua pakatuissa mutta leipien ikääntyessä tilanne muuttui toisin päin. Tämän perusteella on hankalaa sanoa onko suojakaasulla hillitsevä vaikutus *S. aureukseen*. Aluksi sillä näyttää olevan pieni vaikutus mutta leipien ikääntyessä tilanne muuttuu.

Taulukossa 8 on koottuna leipien luokitus hyviin ja huonoihin saatujen arvojen perusteella.

Taulukko 8. Leipien luokitettelu *S. aureuksen* suhteen.

Tuote		S. aureus			
		1+6	1+7	1+8	1+9
Kylmäsavulohi	kaasu	hyvä	hyvä	hyvä	hyvä
	ilman	hyvä	hyvä	hyvä	hyvä
Kalkkunajuusto	kaasu	hyvä	hyvä	hyvä	hyvä
	ilman	hyvä	hyvä	hyvä	hyvä
Metvursti	kaasu	huono	huono	huono	huono
	ilman	huono	huono	huono	huono
Lihapulla	kaasu	hyvä	välttävä	välttävä	hyvä
	ilman	välttävä	hyvä	hyvä	hyvä
Kinkkujuusto	kaasu	hyvä	hyvä	hyvä	hyvä
	ilman	hyvä	hyvä	hyvä	hyvä
Kanacaesar	kaasu	huono	huono	hyvä	huono
	ilman	huono	huono	hyvä	välttävä

Koska kylmäsavulohileivissä oli vain yhdet leivät molemmissa, joiden arvot sivuttivat raja-arvoja, ovat nämä leivät hyviä. Koska kalkkunajuusto- ja kinkkujuustoleivistä ei löytynyt *S. aureusta* ovat nämäkin leivät hyviä sen osalta. Metvurstileipien arvot ylittivät kaikissa näytteissä reilusti annetun huonon (M) raja-arvon, joten kaikki leivät ovat huonoja. Verrattaessa kaasuun ja ilman kaasua pakattuja keskenään vaikuttaa siltä, että suojakaasulla ei ole merkittävää vaikutusta *S. aureuksen* kasvuille.

L. monocytogenes määriteltiin vasta 1+8 ja 1+9 leivistä oli odotettavissa, että sitä saat-
taa löytyä leivistä. Taulukossa 9 on koottuna leipien luokitus hyviin ja huonoihin saatu-
jen *L. monocytogenes* -arvojen perusteella.

Taulukko 9. Leipien luokitettelu *L. monocytogenesin* suhteen.

Tuote		L. monocytogenes	
		1+8	1+9
Metvursti	kaasu	hyvä	välttävä
	ilman	hyvä	hyvä
Lihapulla	kaasu	hyvä	huono
	ilman	huono	huono
Kinkkujuusto	kaasu	huono	välttävä
	ilman	huono	välttävä
Kanacaesar	kaasu	huono	huono
	ilman	huono	huono

Kylmäsavulohi- ja kalkkunajuustoleivistä ei saatu otettua *L. monocytogenes* näytteitä. Metvurstileivissä 1+9 leivissä yhdessä kaasuun pakatussa näytteessä esiintyi *L. monocytogenesiä* ja sen arvo ylitti reilusti annetunhuonon (M) raja-arvon. Koska vain yhden leivän arvo oli suuri, voidaan olettaa kyseessä olevan yksittäinen erikseen kontaminoi-
tunut leivän. Muut meyvurstileivät olivat puhtaita. Lihapullaleivissä kaasuun pakatuissa 1+8 ja 1+9 leivissä kahdessa näytteessä oli *L. monosytogenesiä* ja ilman kaasua paka-
tuissa 1+8 ja 1+9 leivissä yhdessä. Kaikkien arvot ylittivät annetunhuonon (M) raja-
arvon. Kinkkujuusto- ja kanacaesarleivissä kaikissa näytteissä esiintyi *L. monosyto-
genesiä* yli välttävän (m) ja huonon (M) raja-arvojen. Keskivertoisesti ei kovinkaan pal-
jon eroa kaasuun ja ilman kaasua pakattujen välillä.

Kokonaismikrobimäärän perusteella luokiteltaessa tulee ottaa huomioon, että jos tuot-
teessa on metvurstia tai juustoa, niin arvot saattavat ylittyä näiden valmistuksessa käy-
tettyjen starttereiden johdosta. Tämän vuoksi tulosta tulee aina tulkita yhdessä aistinva-
raisien arvioinnin tulosten kanssa. [13.]

Kylmäsavulohi-, kalkkunajuusto-, metvursti- ja kinkkujuustoleivissä kaasuun pakatuissa oli pienemmät kokonaismikrobimäärät kuin kaasuun pakatuissa. Metvurstileivissä kaasuun pakatuissa oli aluksi pienemmät kokonaismikrobimäärät mutta leipien ikääntyessä tilanne tasaantui ja kaasuun pakatuissa ja ilman kaasua pakatuissa oli saman verran, osassa jopa enemmän. Lihapulla- ja kanacaesarleivissä kaasuun pakatuissa oli suuremmat määrät kuin ilman kaasua pakatuissa. Suurimmaksi osaksi näyttää että suoja-kaasusta olisi hyötyä kokonaismikrobimäärän hillitsemisessä vaikkakin lihapullaleipien kohdalla se ei pidä paikkaansa.

Taulukossa 10 on koottuna leipien luokitus hyviin ja huonoihin saatujen kokonaismikrobimäärien arvojen perusteella.

Taulukko 10. Leipien luokitettelu kokonaismikrobimäärän suhteen.

Tuote		kokonaismikrobi			
		1+6	1+7	1+8	1+9
Kylmäsavulohi	kaasu	hyvä	välttävä	välttävä	välttävä
	ilman	hyvä	välttävä	välttävä	välttävä
Kalkkunajuusto	kaasu	hyvä	hyvä	hyvä	välttävä
	ilman	hyvä	välttävä	välttävä	välttävä
Metvursti	kaasu	hyvä	hyvä	hyvä	hyvä
	ilman	hyvä	hyvä	hyvä	hyvä
Lihapulla	kaasu	hyvä	hyvä	hyvä	hyvä
	ilman	hyvä	hyvä	hyvä	hyvä
Kinkkujuusto	kaasu	hyvä	hyvä	hyvä	hyvä
	ilman	hyvä	hyvä	välttävä	välttävä
Kanacaesar	kaasu	hyvä	hyvä	hyvä	hyvä
	ilman	hyvä	hyvä	hyvä	hyvä

Kokonaismikrobimäärät olivat sekä kaasuun että ilman kaasua pakatuissa kylmäsavulohileivissä korkeat. Molemmat olivat hyviä 1+6 päivänä ja 1+7 päivästä eteenpäin leivät olivat välttäviä. Ilman kaasua pakatuissa oli korkeammat arvot. Kalkkunajuustoleivissä kaasuun pakatut olivat hyviä 1+8 päivään asti ja vasta 1+9 ne olivat välttäviä. Ilman kaasua pakatut olivat välttäviä jo 1+7 leivistä lähtien. Muissa leivissä kokonaismikrobimäärät jäivät alle välttävän (m) raja-arvojen, joten nämä leivät olivat kokonaismikrobimäärän mukaan hyviä.

Tämä tukee hieman näkemystä, että suoja kaasulla on hieman merkitystä kokonaismikrobimäärän hillitsemisessä.

Taulukossa 11 on esitetty yhteenveto leipien luokittelusta kaikkien tutkittujen mikrobimääritysten mukaan.

Taulukko 11. Yhteenveto leipien luokiteltelusta kaikkien suhteen.

Tuote		Yhteenveto			
		1+6	1+7	1+8	1+9
Kylmäsavulohi	kaasu	huono	huono	huono	huono
	ilman	huono	huono	huono	huono
Kalkkunajuusto	kaasu	välttävä	välttävä	hyvä	välttävä
	ilman	hyvä	huono	huono	huono
Metvursti	kaasu	huono	huono	huono	huono
	ilman	huono	huono	huono	huono
Lihapulla	kaasu	huono	huono	huono	huono
	ilman	välttävä	huono	huono	huono
Kinkkujuusto	kaasu	välttävä	huono	huono	huono
	ilman	huono	huono	huono	huono
Kanacaesar	kaasu	huono	huono	huono	huono
	ilman	huono	huono	huono	huono

Kun tutkittujen mikrobien arvojen mukaan leivät luokitellaan syönnin kannalta hyviin, välttäviin ja huonoihin, voidaan todeta että tutkittavista leivistä kovinkaan moni kelpaisi syötäväksi.

Ulkonäöllisesti isoja eroja ei havaittu kaasuun tai ilman kaasua pakattujen välillä. Ikään-tymisen myötä eroa alkoi hieman ilmestyä. Ilman kaasua pakatuissa leivissä oli hieman enemmän ”kauneusvirheitä” kuin kaasuun pakatuissa 1+8 ja 1+9 päivien kohdalla. Muun muassa kylmäsavulohileivissä lohen väri tarttui muihin raaka-aineisiin, kalkkunajuustoleivissä juusto muuttui enemmän sulatejuustomaiseksi, lihapullaleivissä majoneesi oli kuivuneemman näköistä ja kinkkujuustoleivissä tomaatti värjäsi juuston. Kaasuun pakatuissa osa leivistä säilyi pidempään hieman paremman ja syötävämmän näköisenä.

Tuoksun suhteen oli hämmästyttävää miten vähän tuoksuissa oli eroa. Raaka-aineet tuoksuivat ja erottuivat toisistaan 1-6 ja 1+7 päivinä. Sen jälkeen ilman kaasua pakattujen tuoksut olivat hieman laimeampia kuin kaasuun pakatuissa. Kylmäsavulohen tuoksu muuttui eniten kaasuun ja ilman kaasua verrattaessa.

Pakatuista leivistä oli erittäin vaikea arvioida leivän ikää. Kaikki näyttivät pakkauksessaan hyviltä ja sellaisilta, jonka voisi valita kaupan hyllystä mukaan. Lähempi tarkastelu paljasti, että kyseessä ei ollut tuore leipä.

10 Pohdintaa

Mikrobiologisten tulosten ja osittaisen aistinvaraisen arvioinnin pohjalta on pohdittu onko suojakaasuun pakkaamisella merkitystä tutkittujen leipien mikrobimääriin ja säilyvyyteen. Tutkimus ei antanut yksiselitteistä vastausta kysymykseen. Osaan mikrobeista suojakaasu vaikutti hillitsevästi mutta osan kohdalla näytti, että suojakaasu jopa suosisi mikrobien kasvua. Esimerkiksi lihapullaleivissä vaikutti siltä että kaasuun pakatuissa oli suuremmat *B. cereus* -arvot kuin ilman kaasua pakatuissa. Samansuuntaista oli myös kylmäsavulohi- ja kinkkujuustoleivillä. Niissä oli aluksi kaasuun pakatuissa enemmän *B. cereusta* kuin ilman kaasua pakatuissa, mutta leipien ikääntyessä tilanne muuttui.

Tähän on vaikuttanut varmasti kokemattomuuteni bakteerien tunnistamisessa. *B. cereus* ei ollut helpoin tunnistettava, joten voi olla että osa pesäkkeistä on jäänyt laskematta ja vääriä pesäkkeitä on laskettu *B. cereukseksi*. Apuna tunnistuksessa oli eristetyistä *B. cereuksesta* tehty viljely, mutta se ei kuitenkaan antanut täyttä vastausta tunnistukseen, sillä kaikki näytemaljat eivät käyttäytyneet samalla tavalla kuin vertailumalja. Leipien muut bakteerit aiheuttivat oman vivahteen kasvuun ja sekoittivat tunnistamista. Myös kokonaismikrobien määrän laskennassa oli hankaluuksia, kun näistäkään ei ollut aikaisempaa kokemusta. Homeet kyllä erotin mutta kaikkein pienimpien pesäkkeiden kohdalla jäin miettimään, että pitääkö nekin laskea mukaan vai ei. Laskin kuitenkin kaikki mukaan.

Tämän tutkimuksen mukaan vaikuttaa siltä, että suojakaasulla on merkitystä mikrobien määrään ja leipien säilyvyyteen. Suojakaasu näyttää hillitsevän mikrobien lisääntymistä ja samalla mahdollistaa leipien pidemmän säilyvyyden. Säilytysajan pidentyessä suojakaasu vaikuttaa myös leivissä tapahtuvaan entsyymaattiseen toimintaan säilyttäen leipien ja raaka-aineiden tuoksut ja rakenteet aavistuksen parempana.

Tuloksia tutkiessa ja vertaillen jäin miettimään, onko näille leiville määritelty liian pitkä myyntiaika (1+7). Kun tuloksia tarkastelee kokonaisuudessaan niin suurin osa leivistä, poikkeuksena kalkkunajuustoleipä ilman kaasua, katsottiin huonoiksi. Kalkkunajuus-

toleipä kaasuun pakattuna katsottiin mikrobien perusteella hyväksi, mutta aistinvaraisen arvioinnin mukaan leipä oli tyydyttävä eli luokiteltiin huonoksi.

Elintarvikkeiden säilyvyyteen on panostettu ja myyntiaikaa halutaan pidentää. Mutta haluaako kuluttaja todellakin ostaa ja syödä viikko sitten valmistettuja valmisruokatuotteita? Olin ennen tätä tutkimusta tarkka kaupasta ostamieni einesten ja pakattujen ruokien iän ja kunnon suhteen mutta tutkimus herätti kysymyksen kuinka paljon mikrobeja haluan oikeasti syödä. Aloin vielä tarkemmaksi. Vanha sanonta ”Tieto lisää tuskaa.” pitää paikkansa.

Koejärjestelyssä päivittäisten leipien määrät olisivat voineet olla isompia. Alun perin toimeksiannossa oli tarkoitus tutkia jokaisesta leivästä kaasussa ja ilman kaasua viittä leipää päivässä mutta lopulta päädyttiin vain kolmeen päivittäiseen näyteleipään rajallisten resurssien takia. Viidellä näyteleivällä per päivä olisi saatu parempi kokonaiskuva satunnaisuudesta ja leipien todellisesta kunnosta. Kolmella näyteleivällä per tuote jäi avoimeksi monta kysymystä muun muassa oliko joidenkin yksittäisten leipien selvästi korkeampi mikrobimäärä satunnaista kontaminoitumista vai oliko mahdollisesti koko leipäerässä valmiina löytyneitä mikrobeja. Lisäksi useampi näyteleipä per päivä olisi selkeyttänyt paremmin vaihtelevuutta eri päivien leipien välillä. Nythän joidenkin leipien kohdalla näytti että ikääntyessä leipien mikrobimäärä laskisi, mikä ei tunnu loogiselta.

Olisi ollut hyvä, jos leivistä olisi päässyt tekemään kokonaismikrobimäärät alusta (1+0) lähtien. Tällä olisi voinut seurata kuinka paljon leivissä oli alun perin mikrobeja ja kuinka mikrobimäärät kasvoivat. Mutta alkuperäiseen suunnitelmaan kuului nimenomaan säilyvyysajan rajalla olevat päivät.

Jos tätä tutkimusta jatketaan, olisi mielenkiintoista tutkia leipien raaka-aineita erikseen. Varsinkin metvurstileivissä olisi kiinnostavaa selvittää, miksi niissä oli niin suuret *S. aureus* pitoisuudet. Tällä kertaa tutkimuksen toimeksiantaja halusi keskittyä vain raaka-aineiden yhteismikrobimääriin ja raaka-aineiden yhteisvaikutukseen.

Lähteet

- 1 Suojakaasupakkaaminen. 2003. Verkkodokumentti.
<<http://www.helsinki.fi/kemia/opettaja/aineistot/kaasut/suojakaasu.html>>. Luettu 21.7.2014
- 2 Niemi, Veli-Mikko, Rahkio, Marjatta, Siitonen, Anja. 2004. Ruokaturvallisuuden käsikirja. Helsinki: Art House Oy.
- 3 Hallanvuori, Saija, Johansson, Tuula. 2010. Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat. Eviran julkaisu 1/2010. Helsinki: Elintarviketurvallisuusvirasto Evira.
- 4 Syyrakki, Sara & Välikylä, Tapio (toim.). 2008. Hygieniapas. Pori: Elintarvike ja Terveystieteiden lehti.
- 5 Ruokamyrkytyksen oireet. 2014. Verkkodokumentti. Oireet.fi.
<<http://www.oireet.fi/ruokamyrkytys.html>>. Luettu 23.7.2014.
- 6 Korkeala, Hannu (toim.). 2007. Elintarvikehygieniä ympäristöhygieniä, elintarvike- ja ympäristöhygieniä. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.
- 7 Ruokamyrkytykset. 2014. Verkkodokumentti. Elintarviketurvallisuusvirasto Evira Terveystieteiden ja hyvinvoinninlaitos. <
<http://www.zoonosikeskus.fi/portal/fi/ruokamyrkytykset>>. Luettu 3.9.2014.
- 8 DeNoon, Daniel J. 2010. Food poisoning costs U.S. \$152 billion a year. Verkkodokumentti. WebMD Health news. <
<http://www.webmd.com/food-recipes/food-poisoning/news/20100303/food-poisoning-costs-152-billion-a-year>>. Luettu 11.9.2014.
- 9 Toivo, Jari. 2010. Elintarvikkeiden takaisinvedot ovat arkipäivää amerikkalaisille. Kehittyvä elintarvike 3/2010, s. 28
- 10 Elintarvikkeiden pakkaaminen pakkausmenetelmät ja laitteet. 2007. Verkkodokumentti. Opetushallitus.
<<http://www04.edu.fi/elintarvikkeidenpakkaaminen/sivut/menjalaitteet1.shtml>>. Luettu 24.7.2014.
- 11 Suojakaasupakkaaminen. 2014. Verkkodokumentti. Oy Aga Ab.
<http://www.aga.fi/fi/processes_ren/modified_controlled_atmospheres/modified_atmosphere_packaging/index.html>. Luettu 24.7.2014.
- 12 Microbiological safety of controlled and modified atmosphere packing of fresh and fresh-cut produce. 2013. Verkkodokumentti. U.S. Food and Drug Administration.

<<http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/SafePracticesforFoodProcesses/ucm091368.htm>> Luettu 25.8.2014.

- 13 HACCP:n todentaminen valmisruokien ja lihavalmisteiden mikrobiologiset ohjeusarvot viimeisenä käyttöpäivänä. 2012. Valmisruokateollisuusyhdistys. Helsinki. Elintarviketurvallisuusliitto (ETL).